Lane Medical Library

Kritik der Wirkungsweise und Anwendbarkeit der zur Pulpendevitalisation gebrauchten Mittel

1936

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich Alexander-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Kurt Müller

Zahnarzt aus Hof/Saale (Oberfr.)

CARL NIEFT, BUCHDRUCKEREI UND VERLAG, BLEICHERODE A.H.

1936

1936/378

Referent: Professor Dr. Christian Greve
Dekan: Geheimrat Professor Dr. Jammin

Tag der mündlichen Prüfung 30. VI. 1935.

Diese Dissertation ist gleichzeitig als Broschüre im Verlag Carl Nieft, Bleicherode/Harz, erschienen.

Meiner lieben Frau!

Inhaltsübersicht.

Seite

A: Geschichtliches über die Pulpabehandlung.
Einteilung der Pulpabehandlungsmethoden.

B: Die chemischen Mittel zur Abtötung des Zahnnervs.

Alkaloide. 6

Erythrophleumalkaloide.

Nervocidin, Erythrophlein, Muavin.

Chiningruppe.

Chinin, Eukupin, Eukupinotoxin.

Formaldehyd. 12

Formalinpräparate, Paraformaldehyd, Sinarsen, Carnoygemische, Pulpatoxin.

Arsen. 21

Arsenikpräparate.

Arsenikpasten, Triforminpastillen, Neuronätzpaste, Hollunderätzstoff, Nekronerv, Nervarsen, Caustic. Woelm rot, Caustic. Woelm blau u. gelb, Inoidtabletten, Causticatabletten, Dosarsen, Analgodont, Roth'sche Paste.

Scherbenkobaltpräparate. 37

Nervicid, Caustic. schwarz, Scherbenkobaltpaste nach Gysi.

Versuche über neue Arsen- bzw. Arsenikverbindungen.

Fermente. 46

Pepsin, Papain, Papayotin, Pulpasolvin.

C: Zusammenfassung.

Das Verfahren eine schmerzende Zahnpulpa abzutöten ist schon sehr alt. Die ersten dazu angewandten Methoden waren rein mechanische. Scribonius Largus 50 n. Christi wickelte Watte um ein spitzes Hölzchen, tauchte dieses in heißes Öl, und brannte damit den Zahn aus. Haili Abas zerstörte im 10. Jahrhundert mit glühenden eisernen Nadeln den Zahnnerv. Dasselbe Verfahren benützten noch im 19. Jahrhundert besonders französische Zahnärzte, die die Pulpa mit glühenden Drähten zerstörten. 1843 wurde dann aus dieser Methode von Steinheil (München) und Heider (Wien) die Galvanokaustik entwickelt, die lediglich in technischer Hinsicht einen Fortschritt darstellt. Eine andere uns überlieferte Methode war die, spitze Holzkeile entweder durch Druck oder durch Hammerschlag in die Pulpa zu treiben und mit diesen die zerquetschte Pulpa herauszuziehen. Diese mechanischen Methoden, die im Gegensatz zu den heutigen medikamentösen Methoden der Pulpazerstörung ohne irgend eine Schmerzbetäubung vorgenommen wurden, waren natürlich in ihrer Primitivität außerordentlich schmerzhaft. Außerdem war der Zahn früher oder später doch der Zange verfallen, da man eine weitere Entfernung der toten Pulpenreste und eine weitere Behandlung des Zahnes nicht kannte und dies auch technisch nicht möglich war. Neben der mechanischen Zerstörung kannte man und zwar in frühester Zeit auch schon eine chemische Zerstörung der Pulpa. Den ältesten Vermerk über eine chemische Methode finden wir bei dem Griechen Galenos, der im zweiten Jahrhundert n. Chr. lebte. Er erwähnt Arsen als lokales Mittel für Einlagen in Zahnlöcher. Einen weiteren Vermerk über Arsen finden wir in der medizinischen Literatur des Islams von Razes (9. Jahrhundert n. Chr.). Sein Nachfolger Avicenna überliefert dieses Mittel weiter an Konstantin, der in seinem medizinischen Werk auch das Arsenik erwähnt. Um 13 hundert empfahl Arnald von Villanova Arsenik als Ätzmittel in einer Wachskapsel über den Zahn. Beachtenswert daher ist, daß die benutzten Präparate Auvipigment und Realgar waren, nicht die arsenige Säure. Darnach geriet Arsen, daß anscheinend nur als Ätzmittel galt, wieder in Vergessenheit. Weitere angewandte ätzende Substanzen waren Carbolsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, starke Alkalien, Metallsalze (Argentum nitricum, Chlorzink). Doch hatten diese Ätzmittel, die auf die freigelegte Pulpa gelegt wurden, außer dem Nachteil starker Schmerzhaftigkeit keine genügende Tiefenwirkung und griffen teilweise auch die harten Zahnsubstanzen und das Periodont an. Alle diese Methoden gehören bis auf zwei (der Galvanokaustik und

dem Arsen) der Geschichte an und sind vom Gesichtspunkt der heutigen Zahnheilkunde aus als „mittelalterliche Folter" anzusehen. Von der mechanischen Methode der Pulpenzerstörung hat sich bis auf heute erhalten die Galvanokaustik, die bei dem heutigen Stand der Technik und bei den uns heute zur Verfügung stehenden Methoden der Anästhesie zu einem wertvollen Verfahren der Pulpendevitalisation ausgebaut ist. Meine Aufgabe ist es, die heute in vielseitiger Form geübte chemische Devitalisation der Pulpa zu besprechen. Es schalten bei dieser Besprechung von vornherein die Methoden aus, die nur zu einer Aufhebung der Leitungsfähigkeit der nervösen Elemente der Pulpa führen, aber nicht zu ihrer Abtötung. Es sind dies die Druckanästhesie, die Kataphorese, die Vereisung der Pulpa durch Chloräthyl und die Lokal- und Leitungsanästhesie.

Da man die rein ätzenden Substanzen wegen ihrer zu geringen Tiefenwirkung ausschalten mußte, und da die Anwendung von Arsen mit gewissen Gefahren, vor allem für das Periodont verbunden war, suchte man nach neuen Mitteln, die in der Lage waren, die Pulpa sicher abzutöten. Man erwog die durch sie entstehenden neuen Gefahrmomente, verglich diese mit den gefundenen Nachteilen der Arsenanwendung und kam so zur Herstellung neuer arsenfreier Pulpadevitalisationsmittel. Wir können diese Präparate einteilen, je nach ihrer wirksamen Hauptkomponente, in Alkaloide, Formalinpräparate und Fermente.

Alkaloide.

Die Alkaloide sind basische Körper (meistens Pflanzenbasen), die an die in Giftpflanzen enthaltenen Säuren gebunden sind. Nach Untersuchungen von Roßbach besteht ihre toxische Wirkung in gewissen Veränderungen des Körpereiweißes, die auf einer chemischen Veränderung des Eiweißmoleküls beruhen. Dadurch kommt es zu einer Herabsetzung oder sogar zum Aufhören der Oxydationsvorgänge und damit zum Gewebstod. Die Toxitität der einzelnen Alkaloide ist natürlich verschieden. So fallen für unsere Betrachtung, die nur die zur Devitalisation gebrauchten Mittel erörtert, die Alkaloide aus, deren toxische Wirkung gering oder überhaupt bestritten ist, wie z. B. Kokain, Novokain.

Das zum Zwecke der Pulpendevitalisation wohl am meisten erörterte Alkaloid ist das sogenannte Nervocidin. Dieses Mittel stellte Dalma im Jahre 1900 her aus der Rinde des Gasu-Basu-Baumes, die die Eingeborenen Hinterindiens angeblich gegen Zahnschmerzen kauen. Es kommt in Form eines gelblichen Pulvers in den Handel und zwar in kleinen braunen Fläschchen, da das Medikament stark hygroskopisch ist. Die chemische Zusammensetzung des Mittels

ist unklar. Nach Dobrzyniecky ist es ein Salpetersaurer Extrakt aus der Rinde des oben erwähnten Baumes, nach anderen Autoren ist es ein schwefelsaures Alkaloid.

Über die Wirkung seines Mittels sagt Dalma: „Dieses Gift wirkt anästhestisch. Es ist im Stande ebenso sicher als Arsen, aber viel schneller, oft schon in zwei Stunden, die Pulpa zu zerstören, ohne die durch Arsenik hervorgerufenen großen Schmerzen zu verursachen, ja es wirkt bei den akuten, sehr schmerzhaften Pulpitiden sonderbar schmerzstillend." Später revidierte Dalma seine Aussage und spricht dem Mittel nur eine rein anästhesierende Kraft zu, die wenigstens bei kurzdauernden Einlagen keinen schädigenden Einfluß auf die Pulpa ausübt. Er sagte „das Gift wirkt anästhetisch, es erreicht bei zwölfstündiger Einlagedauer eine vollkommene Anästhesie des Dentins und der Pulpa". Er empfiehlt seine Applikation entweder in Pulverform oder gelöst in Guajakol bzw. Eugenol (1:5) direkt auf das Dentin. Drei Anwendungsmöglichkeiten wären bei Verwendung dieses Mittels gegeben. 1. Unempfindlichmachung von sensiblem Dentin bei beabsichtigter Konservierung der Pulpa; 2. Sofortige Schmerzstillung bei makroskopisch offener, spontan schmerzender Pulpa; 3. Zur Anästhesierung von Dentin und Pulpa bei darauffolgender Extirpation. Das Nervocidin löste durch seine vielseitige Anwendungsmöglichkeit und durch die Vorteile, die seine Anwendung gegenüber der Pulpendevitalisation durch Arsenik haben sollte, das Interesse der Fachwelt aus und gab Anlaß zu vielen Untersuchungen.

Über seine pharmakologischen Eigenschaften erklären Arkövy und Michel „das Nervocidin ist ein ausgesprochenes lokales Anästhetikum, dessen analgetische Wirkung an Dauer alle bisher in Verwendung stehenden Anästhetica, Kokain usw. weit übertrifft. Spätere Untersuchungen bestätigten diese dem Kokain ähnliche, dessen Wirkung übertreffende Eigenschaft, weisen aber gleichzeitig auf seine stark ätzende Wirkung hin. Nervocidin verursachte auf der Schleimhaut in einigen Tagen kleine, weiße Flecken oder Bläschen, die allerdings bald wieder verschwanden.

Hinsichtlich der Wirkung des Mittels auf die Pulpa sind in der Literatur sehr verschiedene Meinungen vertreten. Zunächst wurde Nervocidin als ein die Pulpa nicht schädigendes Anästhetikum sehr gelobt (Michel, Scheff, Fenchel).

Scheff untersuchte das Mittel auch hinsichtlich seiner Brauchbarkeit zur Devitalisation der Pulpa. Besonders bemerkenswert sind seine Beobachtungen und Schlüsse über die Wirkungsweise des Präparates, die andere Autoren wieder bestritten. Er fand: die Wirkung des Nervocidins ist, wie die schneeweiß extirpierten Pulpen folgern lassen, in einer totalen Anämisierung derselben zu suchen. Nach

klinischen Beobachtungen ist der Einfluß des Nervocidins nur ein temporärer, da nach monatelang dauernder Einlage sich wieder Schmerzen in der nicht zugrunde gegangenen Pulpa einstellten. Das Mittel besitze also keine ausgesprochen destruktive oder kaustische Wirkung, wäre aber imstande die Pulpa zwecks ihrer Entfernung um empfindlich zu machen, was eben in der Eigenschaft des Nervocidins stark anämisierend zu wirken, begründet zu sein scheine. Auf demselben Grund führt Scheff auch die sofort eintretende, beruhigende Wirkung des Mittels zurück.

Arkövy faßt seine Erfahrungen folgendermaßen zusammen: 1. Die Wirkung des Nervocidins ist keine definitive. 2. Die Revivikation deren die Pulpa fähig ist, können wir uns zunutze machen im Falle einer beabsichtigten Konservierung.

Doch der Glaube an die Unschädlichkeit des Mittels stellte sich bald als ein Irrtum heraus. Witzel erkannte, daß Nervocidin ebenso wie Arsen durch dickes, gesundes Zahnbein hindurch sekundär die Pulpa zum Verfall bringen kann. Wannemacher und Greth erbrachten durch ihre klinischen und histologischen Untersuchungen den restlosen Beweis für die pulpaschädigende Wirkung des Präparates.

Wannemacher kommt zu folgender Zusammenfassung: 1. Nervocidin ist als Dentinanästhetikum nicht geeignet, da schon nach vierstündiger Einlage in verhältnismäßig kleine Kavitäten Veränderungen der Pulpa auftraten (besonders der Odontoblasten und Gefäße), die durchaus nicht harmlos aussahen, sondern lebhaft an Arsenwirkung erinnerten. 2. Nervocidin eignet sich zur Abtötung der Pulpa abgesehen von der Blutung, die bei der Extirpation entsteht.

Greth lehnt ebenfalls die Anwendung des Mittels als Anästhetikum bei beabsichtigter Konservierung der Pulpa ab. Seine Prüfung des Mittels zur Devitalisation ergab als Vorteil gegenüber Arsenik, keine Schmerzen nach der Einlage in den meisten Fällen und weniger periodontische Reizungen; als Nachteil, die Wirkung ist unregelmäßiger und die häufige die Behandlung verlängernde Blutung bei der Extirpation ist besonders nachteilig. Das Mittel ist nicht imstande Arsenik zu verdrängen.

Aeby ging bei ihrer Prüfung des Mittels in der Kinderpraxis gar nicht erst ein auf die evtl. mögliche rein anästhetische Wirkung und erprobte Nervocidin nur zum Zwecke der Pulpendevitalisation. Als Vorteil hebt die den Wegfall der Schmerzen in 70% der Fälle hervor und konnte weder Nekrosen noch andere unangenehme Nebenerscheinungen feststellen. Als Nachteil führt sie an: die unregelmäßige Wirkung erfordere meist mehrere Einlagen und nach der Extirpation trete gewöhnlich eine starke Blutung auf. Histologisch glichen die Veränderungen dem des Arseniks.

Lipschitz gab als Ergebnis seiner Untersuchungen bekannt: 1. Die Pulpa ist in 1—2 Tagen devitalisiert. 2. Die Anwendung ist mit heftigen Schmerzen verbunden. 3. Nach 48stündiger und längerer Einlagedauer kann durch die Einwirkung des Nervocidins eine toxische Periodontitis entstehen. 4. Die Wirkung bleibt manchmal ganz aus.

Palazzi ist unter all diesen späteren Autoren, die übereinstimmend die Anwendung des Nervocidins zur Erzielung einer Dentinanästhesie ablehnen, der einzige, der die Ansicht Dalmas über das Mittel teilt. Er führt aus: Eine zwölfstündige Einlage könne seiner Meinung nach jeder Zahn ohne schwere Veränderungen seiner Pulpa ertragen, es käme höchstens zu leichten Zirkulationsstörungen, die sich auch am Periodont auswirken. In der Regel wäre das jedoch nicht der Fall. Er konnte an Hand von Bildern nachweisen, daß selbst bei einer 24stündigen Einwirkung die Pulpa nicht geschädigt wird. Greve hält dem entgegen: „Gewisse Alkaloide oder Pflanzenextrakte, die gleichzeitig zur Devitalisation der Pulpa gebraucht werden, können nicht als Anästhesierungsmittel gebraucht werden. Wenn gewisse Ätzmittel, besonders die metallischen, in starker Verdünnung auch nicht mehr gewebsschädigend wirken, so liegen die Verhältnisse bei den Pflanzenalkaloiden anders. Sie können einerseits nicht so verdünnt angewandt werden, daß sie ihre Zellgiftigkeit verlieren, andererseits ist die Abfuhr schädlicher Substanzen in dem Gebiete der Pulpa außerordentlich schwierig."

Weitere Untersuchungen über Nervocidin als Devitalisationsmittel liegen vor von

Praeger. Nervocidin ist ein Gift, das sich in Gefäßwirkung (Hyperaemie, Exsudation, Schädigung der Gefäßwände, Thrombose, Hämorrhagien), Veränderung der Nerven und Bindegewebsfasern sowie der Pulpazellen äußert. Als Vorteil betont er die geringe Schmerzhaftigkeit der Applikation, als Nachteil die starke Blutung bei Entfernung der Pulpa. Als Liegedauer gibt er 2 bis 3 Tage an, da nach längerer Einwirkung unter Umständen eine toxische Periodontitis entstehen kann. Längere Zeit im Zahn belassen wirkt das Mittel wie Arsenik.

Hesse und Greth: In 60 % der Fälle traten keine Schmerzen auf, die Wirkung war in rund ⅓ der Fälle unregelmäßig, bei längerer Liegedauer entstanden periodontische Schmerzen, bei der Pulpaextraktion gab es sehr unangenehme Blutungen.

Schwab untersuchte eine von Eckström hergestellte Nervocidinpaste (Nervocidin, Kokain aa, Guajakol, Olei Geranii q. s. u. f. p.) und hatte beste Erfolge bei freiliegender, schmerzender Pulpa. Nach kurzer Einlage verschwanden sofort die größten Schmerzen. Schwab

entwickelt auch eine Art Druckanästhesie, die in 1 bis 2 Minuten den Nerv bis zur Wurzelspitze unempfindlich macht. Bei einer Einlagebehandlung widerrät er eine längere Liegedauer als 24 Stunden, da sonst eine Wurzelhautreizung entstände. Bei nicht freiliegender Pulpa erklärt er die Wirkung für unsicher und berichtet über Auftreten von Nachschmerzen.
Fasoli will der Unsicherheit der Wirkung des Nervocidins durch eine Kombination des Mittels mit Arsenik begegnen.

Diese kurze Übersicht über die vorhandene mir erreichbare Literatur dürfte genügen, um zu einem Urteil über die Anwendungsmöglichkeit des Nervocidins zu kommen. Das Mittel hat sich weder zur Anaesthesierung des Dentins noch zur Devitalisation der Pulpa bewährt. Eine Anwendung des Mittels nur zur Erreichung einer Dentinanaesthesie muß bei dem vielseitigen Nachweis der unbedingten Pulpenschädlichkeit des Medikaments heute als Kunstfehler bezeichnet werden. Die hervorgerufene Anaesthesie ist nicht etwa zurückzuführen auf eine Anaemie der Pulpa verbunden mit einer Lähmung der nervösen Elemente, sondern ist schon als Anfangsstadium des Pulpenzerfalls anzusprechen. Die Verwendung des Mittels zur Devitalisation der Pulpa bringt uns gegenüber der Arsenikwirkung nicht nur keinen Vorteil, sondern den Nachteil der Unzuverlässigkeit der Wirkung und der bei der Extirpation entstehenden Blutung. Diese Blutung ist als Zeichen einer hervorgerufenen Hyperaemie aufzufassen und wenn die Pulpa als blutleerer weißer Strang entfernt wird, so kann das als Zeichen einer Nekrose des Gewebes betrachtet werden. Nervocidin hat eine arsenikähnliche Wirkung, kann aber nicht die altgewohnte Arsenikpaste gleichwertig ersetzen.

Ein dem Nervocidin nahestehendes Alkaloid ist das Erythrophlein. Es ist wie Nervocidin ein reines Alkaloid und stammt aus der Rinde des in West- und Zentralafrika einheimischen Baumes Erythrophleon guinense. Nach Untersuchungen von Merck enthält diese Rinde ein Gift, das Erythrophlein, das von den Eingeborenen als Pfeilgift benutzt wird. Merck stellt es her in Form des Hydrochlorids und des Sulfates. Beide bilden gelblichweiße Pulver, die in Wasser und Alkohol zu lösen sind.

Als Erster wandte Paus Raimond Erythrophlein zum Zwecke der Pulpendevitalisation an. Er mischte das Sulfat des E. mit Menthol und Karbolsäure und berichtet Erzielung einer guten Dentinanaesthesie bei geringer Schmerzhaftigkeit der Applikation. Doch sei eine 2. Einlage nötig gewesen um eine abtötende Wirkung zu erlangen.

Als Nächste untersuchten Hesse und vor allem Greth das Mittel zusammen mit dem anschließend zu besprechenden Alkaloid Muavin

auf seine Brauchbarkeit zur Devitalisation. Die klinischen Ergebnisse der Erythrophleinuntersuchungen waren: Nachschmerzen, unregelmäßige Wirkung, periodontische Reizerscheinungen, Blutungen bei der Extirpation. Die histologischen Ergebnisse lauteten: Pulpawirkung nach 24stündiger Einwirkung ist die Pulpa hyperämisch, nach weiteren 24 Stunden ist sie teilweise, erst nach längerer Einlagedauer, ist sie vollkommen nekrotisch. Wurzelhautwirkung: in den ersten 48 Stunden außer Gefäßerweiterung und Zellvermehrung keine weiteren Schädigungen, nach 14 Tagen ist in der Wurzelspitzenumgebung eine Neigung zur Einschmelzung vorhanden.

Das nächste zur Besprechung stehende Alkaloid ist das dem Erythrophlein nah verwandte Muavin. Es wird aus der Rinde eines in Mozambique wachsenden, der Gattung Erythrophleon verwandten Baumes, des Muavibaumes gewonnen. Es ist eine amorphe, syrupförmige Masse, die in Alkohol, Äther, Chloroform und verdünnten Säuren löslich ist und bildet in Wasser leichtlösliche Salze, von denen Merck das Hydrobromid als gelbes Pulver herstellt. Seine Wirkung ist klinisch folgende: Schon allein die Intensität der Schmerzen der Applikation auf Dentin würde genügen, um das Präparat auszuschalten. Bei geöffneter Pulpa ist das Resultat günstiger, ein geringer Prozentsatz ruft aber auch Schmerzen hervor. Eine nekrotisierende Wirkung auf die Pulpa durch eine Dentinschicht ist selten zu beobachten. Die Wirkung ist also unregelmäßig; es kommt zu Periodontitiden und zu Blutungen bei der Exstirpation. Das Präparat hat klinisch eine große Ähnlichkeit mit dem Nervocidin und den Erythrophlein. — Die histologische Einwirkung auf die Pulpa, läßt bereits nach 24 Stunden eine Schädigung beobachten, nach weiteren 24 Stunden ist die Pulpa zum Teil nach längerer Liegedauer vollkommen nekrotisch. Einwirkung auf die Wurzelhaut: bereits nach 24-stündiger Einlage ist eine deutliche Schädigung zu beobachten, nach weiteren 24 Stunden ist dieser Eindruck wesentlich verstärkt. Nach 8 Tagen ist eine Neigung zur Einschmelzung vorhanden.

Fassen wir das Ergebnis der Untersuchungen über die genannten drei Pflanzenalkaloide zusammen, so sehen wir zwar die Wirkung des Erythrophleins auf die Wurzelhaut günstiger als die der beiden anderen Präparate, doch insgesamt ist keines der drei Mittel im Stande, die Pulpa sicher abzutöten ohne zugleich die Wurzelhaut dauernd zu schädigen. Die Übereinstimmung der Wirkung der drei Präparate findet auch Hesse. In einer Elementaranalyse weist er auf die enge Zusammengehörigkeit dieser drei Pflanzenalkaloide hin. Die ev. zu findenden Unterschiede in der Wirkung erklärt er aus der verschiedenen Provenienz der Ausgangspunkte und dem mehr oder weniger großen Reinheitsgrad der Substanzen.

Ein weiteres Alkaloid, mit dem Versuche zur Abtötung der Pulp unternommen wurden, war Chinin. Es wirkt zwar auf die Gewebe ähnlich nekrotisierend wie Arsen, hat aber infolge seines Ätzschorfe keine Tiefenwirkung. Alle Ätzmittel, die nicht als Zellgifte wirken sind als Devitalisationsmittel von vorn herein unbrauchbar. Sie bilde durch ihre starke Eiweisfällung einen Ätzschorf, der keine Tiefen wirkung erlaubt. So konnte auch die Prüfung des Chinins nur negati ausfallen. Die Untersuchungen Peters (Wien) ergaben: Selbst be einer Wirkungsdauer von mehreren Wochen war die Pulpa noch im weitaus größten Teil der Fälle empfindlich, blutend, lebend. Ei Aufbohren der Kronenpulpahöhle war zwar möglich, doch an ein Exstirpation war nicht zu denken.

Genau so erging es Bruhn mit seinen Versuchen mit den Morgen roth'schen Chininderivaten Eukupin und Eukupinotoxin. Auch stärk ste Lösungen reichten nicht aus, um durch anästhesierende Wirkung die Exstirpation zu ermöglichen.

Formaldehyd.

Paraformaldehyd, Sinarsen, Puopatoxin, das Carnoygemisch nach Szepelsky sind Präparate, die mit dem Formaldehyd als nekro tisierenden Bestandteil im Laufe der letzten Jahre in den Vorder grund der Diskussionen über Arsenersatz gerückt sind. Bis Forma dehyd zu diesser Bedeutung in der Zahnheilkunde aufrückte, bedurft es jahrzehntelanger Forschung, die heute noch nicht abgeschlosse ist. Es würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen, auf all geschichtlichen Einzelheiten der Entwicklung des Formalins al zahnärztliches Mittel einzugehen, doch ist ein kürzer geschichtliche Überblick über die Formaldehydforschung nötig, um die Wirkun dieses Mittels beurteilen zu können.

Die antiseptische Wirkung des Formalins (= 40 %ige Lösun des Formaldehyd) bewies als erster Trillat dadurch, daß er zeigte wie ein mit Milzbrand geimpfter Nährboden durch Zusatz eine Formalinlösung in einer Verdünnung von 1:25000 steril blieb. Dies außerordentliche baktericide Wirkung wurde später durch die Unter suchungen Liebreichs bestätigt. Er fand, daß Milzbrandsporen durc Formalin in einer Lösung von 1:1000 nach einer Stunde, in eine Lösung von 1:750 in einer viertel Stunde abgetötet wurden. Dam war einwandfrei nachgewiesen, daß Formaldehyd ein ausgezeichnete Desinfizienz darstellt. Über die Wirkung des Formaldehyds au Weichgewebe wußte man so viel, daß Anatomen ihn verwandte weil er die Gewebe rasch und gut durchdringt, dieselben ohn Schrumpfungserscheinungen konserviert und ihre natürliche Farb wenig verändert.

Von diesen Voraussetzungen aus ging die zahnärztliche Forschung, und so ist es auch nur zu verstehen, daß ein jahrzehntelanger wissenschaftlicher Streit darüber entbrannte, ob Formaldehyd in der Lage sei, die menschliche Pulpa dauernd zu schädigen oder nicht. Erschwert wurde diese Fragestellung noch dadurch, daß der Formaldehyd zur Pulpenbehandlung in einer Zeit eingeführt wurde, in der man noch glaubte, eine entzündete Pulpa ausheilen und am Leben erhalten zu können. So entstanden zunächst zwei Gruppen von Forschern. Die einen wandten Formaldehyd an zur Ausheilung einer Pulpitis, zur Überkappung amputierter Pulpen und zur Wurzelfüllung, oder wie Buckley und Zbinden als Dentinanaesthetikum. Einer der wichtigsten Vertreter dieser ersten Gruppe war Lepkowsky, dem auch die Ehre gebührt, zusammen mit Marion den Formaldehyd überhaupt in die Zahnheilkunde eingeführt zu haben. Lepkowsky rühmte sogar zuerst noch die schmerzstillende Wirkung des Formaldehyd, weil er sich zunächst noch nicht über die immer ätzende und infolgedessen schmerzerzeugende Wirkung des Formaldehyd im Klaren war. Er sah auf Grund seiner Untersuchungen an Hundezähnen die Wirkung des Formaldehyd nicht nekrotisierend, sondern nur härtend im histologischen Sinn und konnte diese Gewebsfixierung nicht in der Gesamtpulpa, sondern nur in der Kronenpulpa feststellen. Die restlichen zwei Drittel der Pulpa blieben demnach am Leben und damit war seiner Meinung nach eine Ausheilung der partiellen Pulpitis möglich.

Die andere Gruppe von Forschern, von denen in erster Reihe Greve, Boennecken, Jacobi, Rosenow und Gaini zu nennen sind, betrachteten Formaldehyd als Gewebsgift und lehnten eine Behandlung der entzündeten Pulpa bei beabsichtigter Konservierung oder eine Überkappung mit diesem Mittel ab, Das Ergebnis der Untersuchungen Gainis lautet: Die ersten anatomischen Schädigungen zeigen sich im Gefäßsystem, Hyperaemie, Diapedesis der roten Blutkörperchen, Zonen diffuser Haemorrhagien von größerer oder geringerer Ausdehnung in jedem beliebigen Teil der Pulpenmasse. Das Stratum odontoblasticum zeigt sich sehr beeinflußt und atrophiert bzw. verschwindet unter der Wirkung des Präparates. Der Ausgang dieser Alteration ist Nekrose der Pulpa.

Greve sagt: „Da Formaldehyd Eiweiß fällt und lebende Gewebe nekrotisiert ist es ein Gewebsgift. Deshalb ist man von dem Verfahren, entzündete und inficierte Pulpen durch Einlage, bezw. Überkappung mit Formalin oder Formaldehyd abspaltenden Pasten zu behandeln abgekommen."

Rosenow verledert innerhalb ein bis zwei Minuten die Pulpa dadurch, daß er sein Formalinpräparat (Trikresolformalin) auf die

freigelegte Pulpa bringt. „Die ganze Pulpa wird durch Ätzung anal getisch und abgetötet."

Boennecken sagt: Formaldehyd ist ein Ätzmittel, ein Proto plasmagift, es führt zur Koagulation des Zellalbumins, zur Thrombos der Kapillaren, zur Sistierung des Blutkreislaufes und damit zum Zelltod. Er bringt die Wurzelstümpfe amputierter Pulpen zur asep tischen Koagulation durch Auflegung eines Formalinpräparates. Er bewies durch seine Versuche an extrahierten Zähnen, daß die Ober flächenkoagulation, d. h. die Eiweißverbindung des Formaldehyd seine weitere unbehinderte Diffusion gestattet und damit eine prompte und sichere Sterilisation der gesamten Pulpa bis zur Wurzelspitze er möglicht wird. Formalin wurde damit als eines der wenigen Mitte erkannt, das im Stande ist, eine Eiweißschicht zu durchdringen. Jacobi stellte eingehende Untersuchungen über die Vorgänge an die bei Einfluß des Formaldehyds auf lebendes Gewebe die Nekrose herbei führen. Er erkannte in seinen Versuchen an der Frosch schwimmhaut das Wesen der HCOH-Wirkung in einer primären elektiven Lähmung der Endothelien und der glatten Muskulatur der Gefäße. Bei Einwirkung einer 2 %igen Formaldehydlösung stellte er bereits nach einer Stunde Vorgänge in den Gefäßen fest, die zur Aufhebung der Blutströmung und zu so umfangreicher Thromben bildung führten, daß der weitere nekrotische Prozeß unabwendbar eintreten mußte. Die ersten Veränderungen im Gewebe erkannte er schon bei Anwendung einer 25 %igen Lösung.

Das Fazit der bisherigen kürzen Übersicht ergibt eine bactericide und nekrotisierende Tiefenwirkung des Formaldehyds. Damit rückt Formaldehyd in die Reihe der zur Devitalisation der Pulpa zu prü fenden Mittel. Die Gesichtspunkte der späteren Abhandlungen liegen deshalb auch anders. Die vorher nur kurz behandelte Frage nach der Fähigkeit des Formalins, eine vorhandene Dentinschicht zu durchdringen, die Frage nach der Schmerzhaftigkeit der Applikation und vor allem die Frage nach der Wirkung des Mittels auf die Wurzelhaut treten in den Vordergrund.

Lepkowsky, Boennecken, Forsmann fanden schon bei ihren Ver suchen über die Wirkungsweise des Formalins seine durch eine Dentinschicht hindurchgehende Wirkung.

Forsmann fand, daß das Mittel in seiner nekrotisierenden Wir kung der des Arsenik nicht nachsteht und empfahl es deshalb zur Behandlung amputierter Pulpen.

Hoffmann prüfte die Brauchbarkeit des Formaldehyd zur Devi talisation der Pulpa und lehnte das Mittel ab, weil seine Wirkung nie unter 6—8 Tagen eintrat. Allerdings fand er bei vorsichtigen

Vorgehen (wiederholte Einlagen, Zusatz von Alypin) kaum Schmerzen und keine Wurzelhautreizung.

Greve sagt grundsätzlich zur Anwendung des Formaldehyd als Devitalisationsmittel: „Heute wird Formaldehyd gelegentlich als Devitalisationsmittel gebraucht. Dem würde nichts entgegenstehen, wenn die Wirkung nicht so lange auf sich warten ließe und sehr häufig schmerzhaft wäre. Zum Härten und Unschädlichmachen von Pulpenresten wird Formaldehyd vielfach gebraucht oder auch als desinficierende Einlage mit Trikresolformalin. Die große Gefahr bei diesem Gebrauche ist, daß die benötigte Menge schwer abmeßbar ist, daß die anatomischen Verhältnisse des Wurzelkanals und der Wurzelspitzenumgebung sehr verschieden sein können, sodaß Gewebsnekrosen und als Folge dieser, anderer Gewebsabbau mehr als wahrscheinlich ist. Wir können deshalb ungünstige Folgen, vor allem die künstliche Unterstützung von Granulombildung nicht als unvermeidbar bezeichnen. Vermutlich bildet sich aus Formaldehyd (CH_2O) durch Aufnahme von O aus dem Blute leicht Ameisensäure (CH_2O_2), doch auch diese ist ein starkes Ätzmittel und erzeugt Entzündung."

Schroeder und Prinz, die zur Devitalisation zunächst konzentrierte Formaldehydlösung verwandten und dabei erhebliche Schmerzen beobachten konnten, kamen rein empirisch auf die Verwendung eines Polymeres des Formaldehyds, des Paraformaldehyds. Sie erzielten damit dieselbe Wirkung wie bei Anwendung der konzentrierten Lösung.

Damit kam man einen großen Schritt vorwärts, war doch schon, wenigstens zunächst praktisch, der Irrtum Boenneckens erwiesen, der auf Grund seiner schon erwähnten Prüfung der Wirkungsweise des Formaldehyd nur der 40 %igen Lösung dieses Gases die gefundene Eigenschaft glaubte zuschreiben zu dürfen. Boennecken wußte von der starken Neigung des Formaldehyds zur Polymerisation und verlangte zur Erreichung der von ihm vorgeschlagenen Koagulation von Pulpenstümpfen die Verwendung nur frischer 40 %iger Lösungen, weil er der Ansicht war, daß verdünnte Lösungen oder gar die Polymerisationsprodukt des Formalins nicht die von ihm beschriebene Wirkung hätten. Wissenschaftlich widerlegt wurde Boennecken durch Merz, der nachwies, daß die trimäre Form des Formaldehyds, der Paraformaldehyd einen sehr lockeren Aufbau hat und leicht depolimerisiert. Deshalb wäre sie in Wasser gebracht fähig, wieder Formaldehydmoleküle abzuspalten. Seine Versuche zeigen, daß sowohl die aus Paraformaldehydpulver mit Wasser erhaltenen Lösungen, als auch das trockene Paraformaldehydpulver selbst, nach Amputation in die Pulpahöhle gebracht, bei dichtem

Verschluß in solcher Menge Formaldehydmoleküle in das Pulpagewebe abzugeben vermögen, daß sie sich schon nach 3 Stunden an der Wurzelspitze nachweisen lassen. Damit war aber auch klar, daß der Paraformaldehyd eine ebenso desinficierende und das Pulpagewebe koagulierende Wirkung hat, wie der Formaldehyd in reiner Lösung. Bestätigt wurde dieses Ergebnis durch die chemischen Untersuchungen von Auerbach und Barschen, die ausdrücklich betonten, daß sich die Moleküle der Formaldehydpolymere unter sofortigem Zerfall chemisch genau so verhalten, als ob es einfache Formaldehydmoleküle wären.

Demisch stellte die ersten klinischen Versuche mit dem neugefundenen Mittel an. Er benützte als Paste Trioxymethylen 37,0; Neothesin 11,0; Thymol 12,0 und erzielte damit in mehreren Fällen eine starke Tiefenwirkung, die sogar durch Dentinschichten von 1,5 mm Stärke hindurchdrang und die Pulpa devitalisierte. Nachteilig fällt an den Versuchen von Demisch auf, daß er in 64 % der Fälle Schmerzen feststellen mußte und mit Hilfe des Induktionsstromes erst nach einem Monat eine vollkommene Empfindungslosigkeit der Pulpa fand.

Fränkel entwickelte den Paraformaldehyd zum eigentlichen Devitalisationsmittel. Nach eingehender Prüfung der Wirkungsweise des Formaldehyds und vor allem fußend auf den Erkenntnissen von Merz zog er den Schluß, daß Paraformaldehyd dank seiner Tiefenwirkung, seiner koagulierenden Eigenschaften dem albuminösen Gewebe gegenüber und seiner Desinfectionswirkung an Stelle des Arsens zum Devitalisieren der Pulpa verwendet werden kann. Nach einleitenden Versuchsreihen erkannte er die Schmerzhaftigkeit der Applikation und die verhältnismäßig langsame Wirkung seines Präparates. Ein Versuch, durch höhere Konzentration der Paste intensiver und schneller gestalten zu können, mußte wegen der dabei auftretenden Schmerzen fallen gelassen werden. Doch konnte er durch Zusatz von Alypin 1.0—01. carcyophyl. qu. s. f. p:) eine schmerzlose Applikation erzielen und glaubte somit ein Pulpadevitalisationsmittel gefunden zu haben, das alle Forderungen erfüllt, die wir an ein solches stellen müssen. Er fand: 1. schmerzloses Abtöten, 2. gleichzeitiges Abtöten der ev. im entzündeten Pulpagewebe vorhandenen Bakterien, 3. Durchdringung des ganzen Pulpagewebes, 4. Desinficierende Wirkung, 5. Durchdringung eines vorhandenen Dentindaches, 6. keine Reizung des Periodonts.“ Einschränken mußte er Punkt 1 bei sehr schmerzhaften Pulpitiden, wo er vorherige Einwirkung von Karbolsäure oder Chlorphenolkampfer verlangt. Betreff der Dauer der Einlage gab er auf Grund seiner Versuche die Zeit von 5 Tagen als genügend an.

Paraformaldehyd — ein Arsenersatz. Die Fachwelt horchte auf und die Arbeit Fränkels wurde die Ursache zu vielen Abhandlungen. Heinemann: „Es zeigt sich, daß nur frisch hergestellter Paraformaldehyd keine Schmerzen und Wurzelhautreizungen macht, da sich im gelagerten Präparat Ameisensäure bildet. Die Devitalisation geht langsamer als beim Arsen, dafür fehlen im Tierversuch die schweren Veränderungen, die wir nach Arsen zu sehen gewohnt sind. Bei einfacher Pulpitis waren die Pulpen nach Paraformaldehydbehandlung steril." Zur Beschleunigung der Wirkung empfiehlt er Kombination mit Arsen. Das von ihm hergestellte arsenfreie „haltbare" Paraformaldehydpräparat nennt er Sinarsen.

O. Müller: „Bei ordentlich freigelegter Pulpa (unter Anaesthesie) erfolgt eine gute Devitalisation in 3—6 Tagen. Ist die Pulpa nur leicht angegriffen, so benötigt man 7—10 Tage, ist die Pulpa nicht eröffnet, so ist die Wirkung überhaupt ungenügend. Dann befriedigt auch nicht, vorher kurze Zeit Arsenik zu legen. Die vorher durch Arsen devitalisierte Pulpaoberfläche hemmt die Wirkung des Paraformaldehyd. Mikroskopischer Befund: Wie in der Histologie, so härtet Formaldehyd das Gewebe und konserviert seine Struktur. Tritt aber Arsen in der Behandlung nur kurz auf, so zeigt das mikroskopische Bild sofort die charakteristischen Blutungen. Auch dieses Bild wird durch die nachfolgende Paraformverbindung fixiert."

Rebel: Bei der allmählichen Entwicklung des Formaldehyds aus seinen Polymeren entstehen praktisch keine Gewebsschädigungen. Die Versuche am Kaninchenohr zeigen die pharmakologische Wirkung des Paraformaldehyd. Sie ist örtlich, auf Weichgewebe gebracht, trockene Gangrän d. h. aseptische Mumifikation organischen Gewebes. Im Interesse der Wurzelhaut kommt es auf eine langsame Abtötung der Pulpa an, deswegen Einführung einer kombinierten Arsen-Paraformaldehyd-Methode. Arsentrioxyd — Eintagliegedauer, dann Ersetzung durch eine Paste (Paraformpaste: Paraformaldehyd — Psicain a — Chlorphenolkampfertrypaflavin q. s. u. f. p.). Die Paste muß allerdings bis zur endgültigen Abtötung der Pulpa oft sehr lange liegen bleiben, jedoch wird die Wurzelhaut außerordentlich geschont.

Notter: Paraformaldehyd ist ein hervorragendes Konservierungsmittel und Antisepticum, das die Zähne absolut nicht verfärbt. Zur vollständigen Devitalisation ist eine „Sinas"-Einwirkung von mindestens 3, meistens aber 5—6 Wochen erforderlich. Vorhandene Dentindecken werden durchdrungen, verzögern jedoch die Dauer der Abtötung auf Wochen. Die Abtötung geschieht schmerzlos, Reizerscheinungen seitens des Periodonts sind auch bei längerer

Liegedauer selten. Eine eigentliche Gerbung*) der Pulpa konnte nicht konstatiert werden, sie war meist nur in kleinen Stückchen entfernbar. Mehr oder weniger starke Blutungen machten das Legen der Wurzelfüllung in derselben Sitzung unmöglich. Bei einer Liegedauer von 35—90 Tagen findet sich im apikalen Teil des Wurzelkanales noch lebendes Gewebe und vollkommen normales Periodont. Greve: „Paraformaldehyd wirkt ähnlich dem Arsen, nur wesentlich langsamer. Bei unvorsichtiger Anwendung ergeben sich die gleichen Schäden, wie toxische Wurzelhautentzündungen und Papillennekrosen. Paraformaldehyd ist aber zu gleichen Teilen mit einem Anaestheticum und Chlorphenol pastenförmig angerührt, ein wertvolles Hilfsmittel, wenn Arsen schon einige Zeit gewirkt hat, ohne die Pulpa völlig abzutöten."

Euler: Ergebnis der histologischen Untersuchungen — Durchwirkung durch Dentin sehr prompt; Wirkung des Mittels auf die Pulpa zeigt sich sehr rasch am Gefäßsystem; eine Schädigung der Wurzelhaut liegt nicht vor, doch muß eine Reizung angenommen werden. Der experimentelle Versuch am Tier fiel negativ aus; von einer Verlederung oder krümeligen Beschaffenheit der Pulpa nach 5 Tagen kann nicht gesprochen werden. Hinsichtlich der nekrotisierenden Wirkung auf die Pulpa muß ein Fragezeichen gesetzt werden. Die Fränkel'sche Paraformaldehydpaste bedeutet da, wo genügend Zeit zur Verfügung steht, eine wertvolle Bereicherung unserer Devitalisationsmittel, denn sie bewirkt wenigstens keine groben Veränderungen im Wurzelhautgewebe.

Muzii, Monheimer, Huus, Kroogsgaard prüften ebenfalls Paraformaldehyd, lobten seine baktericide durch eine Dentinschicht durchdringende, gerbende Wirkung bei Schonung der Wurzelhaut, mußten aber auch teils mehrere Einlagen, teils eine erheblich längere Liegedauer angeben als diese Arsen zum Abtöten der Pulpa beansprucht.

Szepelski benützte ebenfalls die Formaldehyd- bzw. Paraformaldehyd-Forschung als Grundlage und brachte „eine eigene Methode der Pulpaentzündungstherapie" heraus. Neu an seiner Methode war, daß er andere Mittel an Formalin band. Er benützte die wasserentziehende und fixierende Wirkung des ihm aus der mikroskopischen Technik bekannten Carnoygemisches (Alkohol, Essigsäure, Cloroform) und dieselben Eigenschaften des Acetons und verband diese Mittel mit Formalin. Diese Verbindung garantierte 1. eine allmähliche Einwirkung des Formalins und 2. wurde die gewebshärtende Eigenschaft des

*) Im Gegensatz zu Holst-Kopenhagen, der als Vorteil gegenüber Arsen erstens die geringere Giftigkeit und zweitens die Gerbung und damit leichtere Entfernbarkeit der Pulpa hervorgeht.

Formalins unterstützt. Nach Szepelski weist seine Mischung eine große Devitalisations- und Mumificationskraft auf, die Pulpa kann nach einigen Tagen entfernt werden. Selbst bei Einlagen bis zu 5 Tagen konnten keine Reizungen des Periodonts beobachtet werden. Auf eine Durchwirkung seines Mittels durch Dentin verzichtete Szepelski von vorn herein deshalb, weil er vor der Applikation Eröffnung der Pulpa unter Anaesthesie verlangte; ebenso stellt er die Schnelligkeit und Intensität der Wirkung des Mittels in Frage damit, daß er bei kurzfristiger Einlage die Pulpa im Kanal belassen haben will und lediglich eine Überkappung empfiehlt.

Ebenfalls ein Formaldehydpräparat der neueren Zeit ist das Pulpatoxin. Es ist eine tiefbraune, syrupartige Masse und stellt eine Emulsion von Paraform, Amyloform und einer ganzen Reihe betäubender Mittel in etwas Nelkenöl dar. Dank seiner fast flüssigen Konsistenz diffundiert Pulpatoxin rasch in etwa 10—20 Minuten bis zum Foramen, lähmt auf diesem Wege alle nervösen Elemente und bringt dadurch das Gewebe zum Absterben (Hermes). Dadurch wird vor allem eine schmerzlose Wirkung erzielt. Es findet entsprechend der Wirkung des Paraformaldehyd weder eine Eiweißkoagulation, noch ein Gewebszerfall durch Giftwirkung wie z. B. bei Arsen statt. Praeger stellte durch histologische Untersuchungen eine typische Paraformpulpa mit guter Fixierung der Gewebszeichnung fest. Pulpatoxin hat entsprechend seinem Gehalt an Paraformaldehyd nach den Untersuchungen von Hermes und Neuhauser auch eine baktericide Wirkung. Sie fanden, daß eine 20 %ige Lösung in 15 Minuten, eine 1 %ige in 5 Stunden Staphylokokken abzutöten vermag. Auch wurde die reizfreie Wirkung des Mittels auf die Wurzelhaut bestätigt. Eine ev. bei der Exstirpation auftretende Blutung wird durch das in der Masse vorhandene Glauden und Stryphnon sistiert. Doch mußten auch alle, die das Mittel prüften, feststellen, daß es die den Paraformaldehydpräparaten eigene langsame devitalisierende Wirkung besitzt. Praeger brauchte bei eröffneter Pulpa eine Liegedauer von 8—11 Tagen bis zur Exstirpation. Hermes verlangt eine zweimalige Einlage bei einer vorhandenen Dentinschicht. Dietrich stellte fest: Es fehlt nach den vorliegenden Ergebnissen dem Pulpatoxin die prompte Durchwirkung durch eine vorhandene Dentinschicht. Die Anwendungsweise und Dauer der Behandlung wird dadurch ungünstig beeinflußt. Auch wenn das Mittel in seiner zweiten Anwendungsform als Druckanaestheticum (Einwirkungsdauer 10—15 Minuten) gebraucht wird, wirken die bei Entfernung der Pulpa auftretenden Blutungen ungünstig (verzögernd und verfärbend).

Zusammenfassend und zur Kritik möchte ich am Ende der Formaldehydbesprechung sagen: Formaldehydlösungen wie Paraformaldehyd

haben zwar dieselben pharmakologischen Eigenschaften, sind aber in ihrer Wirkung auf die Pulpa streng von einander zu trennen. Während Formalin wie ein Gift, ähnlich dem Arsen wirkt, und das Gewebe zerstört, kommt es bei Paraformaldehyd infolge seiner langsamen Abspaltung von Formaldehyd gar nicht zum eigentlichen pathologischen Gewebstod, zur Nekrose, sondern nur zu einer Mumifikation der Pulpa bei vollkommener Erhaltung ihrer Struktur. Analog ist auch die Wirkung des Paraformaldehyd auf die Wurzelhaut verschieden von der des Formalins. Bei der Fähigkeit des Formalins, die Pulpa schnell zu durchdringen, muß bei seiner Applikation auch ein heftiger Ansturm von Formaldehydmolekülen auf die Wurzelhaut einsetzen. Sei es, daß der Formaldehyd als solcher oder zu Ameisensäure oxydiert auf die Wurzelhaut einwirkt, er wird bei Anwendung von Formalin immer in solcher Menge die Wurzelhaut treffen, daß er als Gift oder als ätzende Säure eine Reizung und womöglich eine Schädigung dieses Organs hervorruft. (Greve). Anders bei Paraformaldehyd. Der Formaldehyd trifft entsprechend der langsamen Abspaltung von Formaldehydmolekülen, nur allmählich und in geringer Menge auf die Wurzelhaut und bleibt als solcher oder auch, was wahrscheinlicher ist, zu Ameisensäure oxydiert in seiner Wirkung unter der toxischen Schwelle. Er kann, was bei der Pulpa nicht möglich ist, bei der guten Vascularisation dieses Organes durch den Blutstrom immer wieder beseitigt werden. Als Beweis für diese Annahme sprechen die gesamten Untersuchungen über die Paraformaldehydwirkung, die immer wieder Reizlosigkeit auf die Wurzelhaut, selbst bei längerer Liegedauer des Präparates feststellen. Aus denselben pharmakologischen Erkenntnissen heraus verstehen wir auch, daß es bei den Paraformaldehydpräparaten möglich ist, durch Zusetzung von Anaestheticas eine vollkommen schmerzlose Wirkung auf die Pulpa zu erzielen. Somit ist mit dem Paraformaldehyd ein Mittel gefunden worden, das gleichzeitig die Fähigkeit besitzt, die Pulpa zu devitalisieren und die Wurzelhaut vollkommen zu schonen. Allerdings erkennen wir auch daraus, daß unabwendbar mit diesen Vorteilen verknüpft ist die langsame Wirkung der mit Paraformaldehyd als Grundlage hergestellten Präparate. Alle, die dieses Mittel, gleich in welcher Zusammensetzung, benutzten, mußten mit den erzielten beachtlichen Erfolgen diesen Nachteil mit in Kauf nehmen. Die Größe dieses Nachteils wird erst klar, wenn man bedenkt, daß man in den meisten Fällen gezwungen ist, auf eine noch die Pulpa bedeckende Detinschicht das Devitalisationsmittel zu legen, wodurch an sich die Wirkung eines jeden Präparates verzögert wird. Wenn man weiterhin in Erwägung zieht,

daß vielfach infolge der Einwirkung der Karieserreger auf die Odontoblastenschicht eine Verkalkung der Dentinkanälchen eingetreten ist, bezw. Reizdentin gebildet wurde, das viel weniger und viel engere Dentinkanälchen besitzt, so gelangt man zu dem Ergebnis, daß Paraformaldehyd infolge der durch seine langsame Wirkung bedingten zeitlichen Unsicherheit in der Erzielung einer Devitalisation nicht in der Lage ist, Arsen zu ersetzen. Doch können wir unter Voranstellung dieser Erkenntnis über Paraformaldehyd als Mittel der zahnärztlichen Praxis mit Hille sagen: „Paraformaldehyd ist ein sehr beachtenswertes Mittel zur Devitalisation, das sich in der Kinderpraxis, bei Kranken, bei Leuten, die verreisen müssen, vor allem aber bei der Devitalisation noch lebender Pulpastümpfe bewährt hat."

Arsen

Das vorherrschende Mittel zur Devitalisation der Pulpa ist das Arsen. Bei seiner Einführung durch Spooner und Harris, die es unabhängig von einander um das Jahr 1830 in seiner Wirkung auf die menschliche Pulpa „entdeckten" — vielleicht wiederentdeckten — verdrängte es alle damals üblichen Methoden der Pulpaabtötung und hat bis auf den heutigen Tag seine führende Stellung unter den Devitalisationsmitteln der Zahnpulpa behalten. Arsen hat seine toxische Wirksamkeit in dem dreiwertigem Zustand des Arsenigsäureanhydrids mit der Formel AS_2O_3 (Arsentrioxyd). Die in der Pharmakologie übliche Bezeichnung Acidum arsenicosum (= arsenige Säure) ist irreführend, gemeint ist immer nur das Anhydrid der in freiem Zustand nicht bekannten Säure. Es ist ein weißes, in Wasser und besser in alkalischer Flüssigkeit lösliches Pulver. In seiner Wirkung auf den menschlichen Organismus müssen wir streng unterscheiden zwischen einer allgemeinen Wirkung auf den Gesamtorganismus und einer rein lokalen am Ort seiner Application. Während Arsenik auf den Gesamtorganismus in ganz geringen Dosen und in niedrigen Prozentsätzen gelöst als Heilmittel wirken kann, wirkt es lokal auch in kleinsten Mengen immer als starkes Plasmagift. Von seiner hier nicht näher zu eröternden Heilwirkung auf den Gesamtorganismus sei erwähnt, daß es bei längerer interner Darreichung eine Begünstigung der Ernährungsverhältnisse, Vermehrung der roten Blutzellen und eine Zunahme der Fettablagerung im Unterhautzellgewebe zur Folge hat. Auch wird das Knochenwachstum bei jüngeren Induviduen gesteigert. Sein Vorkommen in Mineralwässern (Bad Dürkheimer Maxquelle) wird zu diesen therapeutischen Zwecken ausgenützt. Die Maximaldosis für das „Heilmittel" Arsen liegt bei 0,005 Gramm,

die toxische Wirkung beginnt bei 0,025 gr., eine Menge von 0,1 gr. Arsenik genügt, um einen Menschen zu töten. Der interne Vorgang interessiert hier nicht weiter.

Bedeutung für die Zahnheilkunde bekommt das Mittel erst durch seine lokale Wirkung. Über die Folgen einer Applikation des Mittels auf die Schleimhaut des Kiefers schreibt Paul de Terra: „Es entstehen Verätzungen und Nekrosen der Schleimhaut. Die Schleimhaut wird durch die Ätzung grau bis schwarz und verfällt bald in nekrotischen Zustand. Ist die Wirkung tiefergehend, so entsteht Alveolarnekrose und die äußerst übelriechenden Sequester stoßen sich allmählich ab und hinterlassen dann einen ziemlich ausgedehnten Defekt des Alveolarteiles." Während de Terra nur die Wirkung beschreibt, sucht Heinze in seinen Arsenstudien die lokale Schleimhautwirkung des Arseniks zu ergründen. Er schreibt: „Die lokale Störung der Zirkulation nach Verätzung führt bereits nach 11—15 Stunden zu Nekrose und geschwürigem Zerfall, dem im weiteren Verlauf Substanzverlust mit Freilegung des Alveolarkammes folgt. Am Knochen stellt sich die Wirkung nach etwa einem Tage ein, der teils durch Arsenintoxikation, teils durch Zirkulationsstörung zugrunde geht." Wir erkennen also an der starken, fast unbegrenzten lokalen Tiefenwirkung des Arseniks auf die Schleimhaut bereits seine bei der Pulpabehandlung noch näher zu besprechenden beiden Haupteigenschaften: Ätzwirkung und Giftwirkung.

Die lokale Wirkung des Mittels auf die Pulpa ist Vernichtung dieses Organs. Sie setzt sich zusammen aus

a) Hyperaemie, Extravasation und Veränderung der Gefäßwände
b) Veränderung der Nerven
c) Veränderung der Odontoblasten und der sonstigen Parenchymzellen.

Die Wirkung auf die Gefäße und den Blutkreislauf der Pulpa wird von vielen Autoren beschrieben, von denen wohl an erster Stelle Witzel und Euler zu nennen sind. Zusammenfassend kamen sie zu folgender Auffassung der Wirkung: Durch die sehr schnell entstehende stärkste Hyperaemie entsteht in den Gefäßen ein gewaltiger Überdruck, der nach Entlastung drängt in Richtung des perivaskulären Parenchyms. Die plötzliche Überfüllung des kapillaren Systems, die nicht schnell genug ihr natürliches Ventil finden kann, führt zu einer Stauung in der Zirkulation. Diese Stauung wird begünstigt durch den starren Ring am foramen apicale, wo neben den äußerst dilatierten arteriellen Gefäßen nicht

auch noch stark erweiterte Venen Platz haben. Es kommt zum Stillstand der Blutzirkulation und zum bekannten Bilde der Selbststrangulation der Pulpa. Daneben hat der Arsenik noch eine spezifisch giftige Wirkung auf die Gefäßwände und Kapillarendothelien, die eine Lähmung der muskulären Wandelemente und Schrumpfung der Endothelien bedingt. Die Gefäße verlieren ihre Kontraktilität, sie werden aufs äußerste gedehnt, die an sich flachen Zellen der Gefäßwände werden verdünnt und gleichzeitig werden durch die Schrumpfung der Endothelien die Stomata erweitert. Diese drei Momente, stärkste Hyperaemie, Stauung und Schädigung der Gefäßwände führen zur Ruptur der Gefäße und Extravasation.

Was die Veränderung der Nerven anbelangt, so können zwei Ursachen dafür verantwortlich gemacht werden: 1. die durch den Stillstand der Blutversorgung sistierende Ernährung und 2. die Einwirkung des Arseniks auf die Nerven selbst. Die Wirkung äußerst sich derart, daß ein Zerfall des Myelins, knotige Aufschwellungen und teilweises Verschwinden der Achsenzylinder eintritt. Nach zwei bis drei Stunden verlieren die Nerven ihre Fähigkeit, Schmerzen zu leiden. Euler schreibt: „Verfettungsvorgänge in der Faser und im Nervzellkern sprechen für Ernährungsstörung, vielleicht auch der scholliger Zerfall der Markscheiden; Veränderungen im Achsenzylinder und der wellige Verlauf für Giftwirkung." Römer untersuchte die Einwirkungen auf die Nerven histologisch und erklärt: „Infolge der enormen Ernährungsstörung und Stoffwechselunterbindung einerseits und der Giftwirkung des Arsentrioxyd andererseits gehen die Nerven der Pulpa verhältnismäßig schell zu Grunde und zwar am schnellsten die Nervenfasern, weswegen selbst die heftigsten Schmerzen pulpitischer Art kurze Zeit nach der Applikation der Arsenpaste zu verschwinden pflegen." Es äußerten sich noch mehrere Autoren über die Nervwirkung des Arsens, doch entstanden dabei keine anderen Gesichtspunkte als die eben genannten.

Über die Wirkung auf die übrigen Pulpazellen einschließlich Odontoblasten ist allgemein zu sagen, daß sie sich nicht so schnell äußert wie an Nerven und Blutgefäßen. Das Parenchym stirbt zunächst nicht ab, sondern bleibt resorptionsfähig. Das ist auch der Grund, warum man bei der Einwirkung des Aseniks auf diese Zellen mehr seine sekundäre Wirkung, d. h. die durch ihn erzeugte Ernährungsstörung, als Hauptzerfallursache angesehen wissen will und eine primäre Giftwirkung des Arsens auf Parenchym und Odontoblasten mehr oder minder bestreitet. Im histologischen Bild weisen Form und Färbbarkeit in den ersten Stunden, ja selbst

nach einem Tage noch keine wesentlichen Veränderungen auf ; erst allmählich und mit umso größerer Deutlichkeit, je später die Untersuchung vorgenommen wird, tritt die Veränderung zu Tage. Die Veränderungen selbst beschreibt Römer: „An den Pulpazellen tritt Pyknose auf, welcher Kariorhexis und Kariolysis folgen. Auch die Odontoblasten zerfallen nekrotisch."

Diese eben beschriebenen Vorgänge treten nach 24—48-stündiger Arsenikeinwirkung ein und erlauben in der Regel nach zweitägiger Einlage eine schmerzlose Entfernung der nekrotischen Pulpa. Teils infolge direkter chemischer Einwirkung des Arseniks auf die Nerven, teils infolge des Druckes, der durch die außerordentliche Wirkung des As_2O_3 auf den Blutkreislauf auf die nervösen Elemente der Pulpa ausgeübt wird, entstehen zunächst heftige Schmerzen, die bis zur Aufhebung der Leistungsfähigkeit der Nerven in der Regel 2—3 Stunden anhalten. Klinisch ein besonders hervorzuhebender Vorteil des Arseniks ist darin zu sehen, daß er durch eine über der Pulpa noch vorhandene Dentinschicht hindurch ohne einen praktisch sich auswirkenden Zeitunterschied genau dieselben Veränderungen hervorruft, wie auf die freigelegte Pulpa.

Die Veränderungen, die Arsenik an der menschlichen Pulpa hervorruft, sind histologisch geklärt. Anders verhält es sich mit dem Problem der Ursachen der eigentlichen Wirkung des Arseniks, dessen Lösung bis heute noch nicht restlos geklärt ist. In der Literatur geht die Forschung darüber von 2 Fragen aus: Wie tritt die Wirkung des Arseniks auf die Pulpa ein, wo tritt diese Wirkung zuerst ein, und wie dehnt sich diese Wirkung aus? Aus der Beantwortung dieser ersten Frage sucht man Schlüsse zu ziehen zur Erklärung der mit ihr eng verknüpften zweiten Frage: Wie wirkt Arsenik auf die Tierzelle, genauer ausgedrückt nach Euler „Beruht die Wirkung des Arseniks auf katalytischer Hemmung lebenswichtiger Prozesse oder auf chemischer Bindung irgend eines für das Zelleben notwendigen Minimumstoffes des Protoplasmas"? Schon bei der Beschreibung der durch Arsenik an der Pulpa hervorgerufenen Veränderungen, war es nicht zu umgehen, diese Fragen zu berühren ; in folgendem Abschnitt bemühe ich mich, die einzelnen Ansichten, die über diese Fragen in der Literatur erörtert wurden, wiederzugeben.

Es war naheliegend, auf Grund der Veränderungen, die Arsenik auf die Schleimhaut gebracht, hervorrief, zunächst nur an eine ätzende Wirkung des Mittels auch analog bei der Applikation des Arseniks auf die Pulpa anzunehmen. Dulius, Witzel, Liebreich,

Langgard, Schmiedeberg, Lewin u. a. vertraten die Ansicht, daß Arsenik infolge seiner Ätzwirkung die Pulpa abtöte, und sie konnten an histologischen Schnitten nachweisen, daß Arsenik in den oberflächlichen Schichten der Pulpa alleszerstörend wirkt. Da Arsenik im Gegensatz zu allen anderen starken Ätzmitteln einen minimalen, die Tiefenwirkung nicht hemmenden Ätzschorf bildet, war auch eine Erklärung für seine Tiefenwirkung im Pulpengewebe gegeben. Arkövy und Miller sehen in der Ätzwirkung nicht die Devitalisierungsursache und erkennen eine Giftwirkung des Arseniks, die den Tod der Pulpa einerseits durch die hervorgerufene Hyperaemie und der daraus bedingten Zirkulationsabschnürung andererseits durch direkte Zellgiftwirkung herbeiführe. Arkövy charakterisiert die Wirkung folgendermaßen: „Eine Ätzwirkung kommt As_2O_3 nicht zu, es koaguliert das lebende Eiweiß nicht; seine Wirkung muß vielmehr dem chemischen Prozeß zugeschrieben werden, den Arsen mit den Elementen des Blutes und des Gewebsprotoplasmas eingeht. Dieser Prozeß geht schell in die Tiefe". Als Beweis erklärt Arkövy, daß er bei seinen Versuchen stets einen bestimmten Grad einer Affektion auch im apikalen Teile der Pulpa nachweisen konnte, und daß auch die chemischen Untersuchungen dieses Pulpaabschnittes stets den charakteristischen Arsenspiegel ergaben. Im Gegensatz dazu gelang wieder anderen Autoren wie z. B. Morgenstern und Peckert keinen Nachweis von Arsen in der Pulpa. Sie behaupten, Arsen werde so schnell und vollständig resorbiert, daß schon kurz nach der Kauterisation keine Spur der arsenigen Säure mehr nachzuweisen ist, während die harten Substanzen deutlich Arsenspiegel zeigen. Asenik würde also derart innige Verbindungen mit irgendwelchen Zellstoffen eingehen, daß überhaupt kein freier Nachweis mehr gelingt. Die Möglichkeit einer derartigen Arsenikverbindung befürwortet auch Euler, wenn er bei der Besprechung der Ausdehnung der Arsenikwirkung „eine gewisse chemische Affinität zu einzelnen Zell- bezw. Übergangsstoffen, namentlich des Nervensystems" mit verantwortlich macht. Euler schreibt weiter: „Dabei entsteht vermutlich eine neue wirksame Arsenverbindung. Zwar ist deren Nachweis noch nicht recht gelungen, wir müssen sie aber nach dem histologischen Bilde doch annehmen." Dieselbe Ansicht hat auch Ehrlich von der Wirkung des Arsenik, wenn er schreibt: „Nicht die eingeführten Arsenpräparate selbst wirken, sondern andere sekundär entstandene." Schröder kam auf anderem Wege wie Arkövy und Miller zu demselben Ergebnis, daß eine Giftwirkung auf die Zirkulation und direkt auf die Zellen die Ursachen der Zerstörung seien, gibt aber eine Ätzwirkung zu. Schröder fand eine genaue Schichtung der Pulpa in einzelne Wirkungsgebiete. Unmittelbar

unter der Einlage die schon Witzel beschriebene nekrotische strukturlose Zone, darunter eine Zone, in der lediglich die kolloidal gelösten Eiweißstoffe in eine unlösliche Modifikation übergeführt sind und die das den Pulpagewebe charakteristische Aussehen behalten hat, darunter wieder Schichten eines ausgedehnten Zerfalls. Das schnelle Zugrundegehen der Pulpa führt er nun zurück in der Hauptsache auf die direkte Giftwirkung des Arseniks und auf die hierdurch verursachten Zirkulationsstörungen und die damit verbundene gestörte Ernährung (Zone 3), während er der kaum eindringenden Ätzwirkung wie auch der eiweißfällenden Wirkung des Arseniks für das Zustandekommen der Nekrose keine Bedeutung beimißt. (Zone 1 und 2). Arsen erreiche die Devitalisation als Plasmagift. — Die Giftwirkung selbst ist ebenfalls Gegenstand mancher Besprechungen. Meyer und Gottlieb, Wasmuth, Euler stellen darüber Theorien auf. Nach Meyer und Gottlieb ist es wahrscheinlich, daß der Arsenik das Protoplasma an der Verwertung des Sauerstoffes hindert. Die Verhinderung gehe in der Weise vor sich, daß der diffundierende Arsenik für seine eigene Oxydation noch O benötigt und die Veränderung in den Zellen dadurch hervorruft, daß infolge des den Zellen entzogenen O die reguläre Verbrennung nicht mehr stattfinden kann. Also Zelltod infolge behinderter Verbrennung. Euler glaubt auch an eine oxydationshemmende Wirkung des Arseniks auf die Zellen, stellt sich aber den Vorgang insofern komplizierter vor, als er annimmt, daß Arsenik auf die Sauerstoff tragenden Zwischenfermente einwirkt und so die geschilderte Wirkung hervorrufe. Ebenso bestreitet Wasmuth einen direkten Chemismus zwischen Arsenik und Zelle und glaubt an eine Wirkung des Arsens auf die Oxydationsfermente. Bemerkenswert sind seine Folgerungen, die er daraus zieht in Bezug auf die Ausbreitung der Wirkungsweise. Er sagt: „Da im Stoffwechsel der Nerven auch Oxydationen eine große Rolle spielen, wird durch die Fermente ein solcher Schaden gesetzt, daß es zum Zerfall der Nervenfasern kommt." Das wäre das Primäre der Arsenikwirkung. Wasmuth stellt sich damit in direkten Gegensatz zu Euler. Dieser glaubt zwar auch infolge seiner Beobachtungen von Myelinzerfall im Wurzelhautgewebe an eine direkte Nervwirkung, betrachtet es aber durch seine Forschung mit solutio Fowleri als definitiv erwiesen, daß die Störung des Blutkreislaufes der Ausgang der Arsenikwirkung auf die Pulpa wäre. — Widersprechende Theorien bestehen auch über die Wirkung auf das Zirkulationssystem. Während Euler die direkt logische Entstehung einer Stagnation des Blutkreislaufes schildert, spricht Römer von einer Blutgerinnung. Er schil-

dert den Vorgang folgendermaßen: „Die roten Blutkörperchen erleiden durch die Vergiftung mit Arsenik große Veränderungen, teils durch Plasmolysis, teils durch Plasmorhexis. Durch die Nekrose der roten Blutkörperchen in Verbindung mit der starken Gefäßerweiterung und Verlangsamung des Blutstromes kommt es zur Gerinnung innerhalb der Gefäßwände, die sich häufig bis zum foramen apicale ausdehnt." Eine neue Theorie über die Ausdehnung der Wirkungsweise bringt Euler damit, daß er den Satz aufstellt: „Das ausschlaggebende Moment für den Umfang der Ausdehnung und für die Nekrotisierung im engeren Sinne ist die Löslichkeit." In der Begründung dieses Satzes sagt er: „Man bedenke, daß wir ja eine feste kristallinische Form von Arsenik auflegen. Soll diese mit ihrer Wirkung in die Tiefe dringen, so kann das nur auf dem Wege geschehen, daß von der festen Substanz etwas gelöst wird. Die Lösung kann erfolgen, soweit lösende Flüssigkeit im Gewebe vorhanden ist; sie wird daneben begrenzt durch den Grad der Aufnahmefähigkeit dieser Flüssigkeit und durch die Art des Nachschubes von der Einlagestelle her." Wichtig für die Lösung des Arsenik und seine Wirkung fördernd ist, nach Eulers weiteren Untersuchungen, die Alkaleszens des Gewebes. Aus diesen Grundgedanken folgert Euler eine Reihe von Erklärungen für die klinische Tatsache, daß Arsenik auf die Pulpa des einen Zahnes anders wirkt, wie auf die eines anderen, daß es bei dem einen Patienten eine andere Wirkungsdauer beansprucht wie bei dem andern. Die Lösung ist nach Euler abhängig von dem Saftreichtum des behandelten Gewebes. Einfluß darauf haben Enge, bezw. Weite des Kanals, pathologische Veränderungen der Kanalwandung (Dentikelbildung), Alter des Patienten; ist die Pulpa nicht eröffnet, dann gilt dasselbe, angewandt auf die Dentinkanälchen. Der Gedanke der Gewebsättigung an Arsenik spielt bei den Euler'schen Überlegungen über die Aufnahmefähigkeit des Gewebes ebenfalls eine Rolle." Der Nachschub von gelöstem Arsenik wird begrenzt durch die Aufhebung der Zirkulation. Es kann nicht mehr neues Serum dem Arsenikdepot zugeführt werden, das alte aber hat seinen Sättigungsgrad erreicht und vermag nichts mehr aufzunehmen." Eine dritte Behinderung der Löslichkeit und des Nachschubes sieht Euler in der bei längerer Arsenikeinwirkung infolge Ätzung entstehenden nekrotischen Gewebszone unterhalb der Einlage. Weiterhin wäre der Abstand vom Arsenikdepot für die Durchdringung des Gewebes von Bedeudeutung, da mit der Entfernung von der Einlage die Konzentration der Lösung eine schwächere würde und „da die Weitergabe der Arsenikmoleküle durch das Fehlen des Nachschubes nachläßt und

die vorhandene gelöste Substanz an die Gewebszellen oder Zwischenfermente abgegeben ist". Das wäre auch eine Erklärung dafür, daß manchmal, während die Kronenpulpa tot ist, die Wurzelpulpa noch lebt. Eine letzte Beeinflussung der Arsenikwirkung wäre noch in der Säurebildung der in der erkrankten Pulpa vorhandenen Bakterien zu sehen." Wie schon erwähnt ist die Alkaleszenz der Gewebsflüssigkeit für die Lösung von Arsenik Vorbedingung. Schon geringe Mengen Säuren in der Umhüllungszone der Bakterien verunmöglichen die Löslichkeit oder das Herantreten von Arsenik an die Zwischenfermente, mehr noch die durch saure Reaktion charakteristische Vorstufe von Fäulnisvorgängen."

Am Schluß dieses Kapitels sei zusammenfassend festgestellt, daß man als Ursache der Arsenikveränderungen der Pulpa fand eine Ätzwirkung und eine Giftwirkung. Die Giftwirkung des Arseniks ist als Hauptursache anzusehen, weil sie, sei es direkt durch ihre Wirkung auf die Zellen oder deren Oxydationsfermente, oder sei es indirekt durch ihre Kapillarwirkung und deren Folgeerscheinungen den Pulpentod herbeiführt. Die inneren chemischen wie physiologischen Vorgänge dieser Wirkungen klar zu legen gelang bisher nicht. Man konnte weder auf der Basis eines chemischen Nachweises eine Arsenikverbindung mit den Bestandteilen der Tierzelle beweisen, noch bei den Theorien über eine fermentative Wirkung des Arseniks die Frage klären, ob überhaupt ein derartiger chemischer Nachweis durchzuführen ist. Solange es aber nicht möglich ist, eine bestimmte chemische Affinität des Arseniks zu einer bestimmten Zellgruppe zu finden, solange ist es auch unmöglich, die Wirkung des Arseniks auf eine Zelle der Wirkung auf eine andere nachzustellen oder sie davon abhängig zu machen. Der Lösung des Problems der Ausbreitung der Wirkungsweise auf dieser Basis dürften also wenigstens bis heute die Grundlagen fehlen. Anders verhält es sich mit der Euler'schen These, die die Wirkung des Arseniks von seiner Lösung abhängig macht. Euler konnte dadurch, daß er Arsenik im alkalischen Piperidin zu hohen Prozentsätzen lösen konnte, für eine Lösung des Arseniks im alkalischen Gewebe den Nachweis erbringen. Jedoch klingen, wie er sich selbst ausdrückt, seine Folgerungen über Sättigung des Gewebes und über Säurehemmung der Arsenwirkung recht hypothetisch, weil eben zum Begriff der Sättigung, die Vorstellung einer eben nicht nachgewiesenen Arsenikverbindung mit dem Gewebe gehört und weil klinisch bei einer totalen Pulpitis, also bei bakterienverseuchter, sauer reagierenden Pulpa eine prompte Arsenikwirkung bekannt ist. Klinisch und histologisch hat der

Zahnarzt die Wirkung des Arseniks geklärt. Es wäre Sache des Pharmakologen, uns über den Chemismus der Wirkung unseres wichtigsten Präparates Aufschluß zu geben.

Wir kommen zur Besprechung der Wirkung des Arseniks auf die Wurzelhaut. Dabei müssen wir uns immer vor Augen halten, daß es sich hierbei nicht etwa um nach der Exstirpation auftretende Periodontitiden handelt, die rein mechanisch durch Verletzung der Wurzelhaut bei der Nerventfernung entstehen können, sondern um die schon bei Entfernung der Einlage ev. vorhandene Klopfempfindlichkeit des Zahnes. Klinisch steht die Möglichkeit einer toxischen Einwirkung auf die Wurzelhaut einer auf die Pulpa gebrachten Arsenikeinlage fest. Eine eben so bekannte klinische Erfahrung ist es aber auch, daß wir nach Einlage eines Arsenikpräparates in den meisten Fällen keine Reizperiodontitis beobachten können. Abgesehen von der naturgemäßen Verschiedenheit der Wirkung bei verschiedenen Patienten, wobei Idiosynkrasie oder Unempfindlichkeit, der verschiedene Strukturcharakter der betroffenen Gewebe (Wurzelzement, Wurzelhaut) und schließlich besondere anatomische Verhältnisse (Milchzähne, jugendlich bleibende Zähne) eine Erklärung geben können, suchte man diese beiden klinischen Erscheinungen auch aus der Wirkung des Arseniks selbst zu erklären. Daß bei dieser Begründung bei der Unklarheit der chemischen Wirkung des Arseniks verschiedene Theorien entstanden, ist erklärlich.

Für die Durchwirkung des Arseniks auf das Periodont macht Euler zwei Gründe verantwortlich: Entsteht eine derartige Reizung nach schon kurzfristiger Einlage bei geschlossenem Cavum an vorher wurzelhautgesunden Zähnen, so erklärt das Euler als eine Folge des sich im Cavum pulpae entwickelten Arsenwasserstoffes, dem bei geschlossenem Cavum die Ausdehnungsmöglichkeit fehlt. Beweis für diese Annahme sei das fast augenblickliche Aufhören der Schmerzen bei Schaffung eines Abzuges für die Gase durch Eröffnung des Cavums. Die zweite Erklärung erbringt Euler dadurch, daß er eine Wirkung des Arseniks in den Nervi dentales über die Wurzelspitze hinaus beobachten konnte. Seine Theorie stützt sich allerdings nur auf das Untersuchungsergebnis an zwei entfernten Zähnen, bei denen glücklicherweise für eine Untersuchung genügende Wurzelhaut mit herausbefördert wurde. Er schreibt: „Soweit sich die Nervi dentales noch außerhalb des foramen apicale in der Wurzelhaut verfolgen lassen, ist in den leichten Fällen ein ausgedehnter Myelinzerfall festzustellen. In schweren Fällen kommt es zur vollständigen Nekrose der Nerven und nicht bloß dieser, sondern auch des umgebenden Binde-

gewebes. Die Veränderung des Gewebes durch die unmittelbare Arseneinwirkung ruft an sich schon Schmerzen hervor. Sie ist aber auch mit einer Anreicherung von Rund- und anderen Zellen verbunden, die einer regulären kleinzelligen Infiltration gleichkommt und damit sind dieselben Symptome verknüpft wie mit einer infektiösen Periodontitis." Eine andere Theorie fand Peckert, der einen Transport des Arseniks quer durch das Dentin annimmt mit der Begründung, daß bei seinen Versuchen die Pulpa meist noch sehr sensibel war, während gleichzeitig eine Periodontitis auftrat. Wenn Preiswerk dagegen nachweist, daß die Dentinkanälchen gegen das Wurzelzement hin blind endigen und infolgedessen eine Arsenikwirkung gar nicht weiter geben können, ja daß sogar aus diesem Grunde in der apicalen Verästelungszone das Arsenik als kleines, die Wurzelhaut nicht schädigendes Depot länger verweilen könnte, so geht er von einer falscher anatomischen Voraussetzung aus. Die Dentinkanälchen endigen nicht blind gegen die Zementgrenze und vor allem besteht der unterste Teil der Wurzel nur aus Zement, eine Tatsache, auf die schon Koelliker vor mehr als 60 Jahren hinwies. Es kommt also bei einer Durchdringung der Wurzel in seitlicher Richtung, wie sich diese Peckert vorstellt, nicht nur auf die Durchlässigkeit der Dentinkanälchen sondern auch auf die mehr oder weniger vorhandene Durchlässigkeit des Wurzelzementes an. Dazu ist zurückgreifend auf die Euler'schen Gedankengänge über die Abhängigkeit der Wirkung von der Lösung zu sagen, daß die zum Zement hin verlaufenden Dentinkanälchen einen geringeren Querschnitt und einen geringeren Saftreichtum aufweisen als die dicht über der Pulpa zentripetal verlaufenden und daß sie infolgedessen wenig geeignet sind, die Arsenikwirkung weiterzugeben oder zumindest dies nur in sehr geringem Maße tun können. Weiterhin ist die Zementschicht im oberen Wurzelteil sehr dicht und enthält keine Zementoblasten oder sonstige organische Bestandteile, die eine Weiterleitung des Arseniks ermöglichen. Im oberen Wurzelteil werden also die Dentinkanälchen vom soliden Wurzelzement abgeschlossen, sie endigen „blind". Eine Tatsache, die uns eben überhaupt ermöglicht, ohne Gefahr für die Wurzelhaut devitalisierende Mittel auf die Wurzelhaut zu legen. Anders ist es mit der Gegend der Wurzelspitze. Das Zement der Wurzelspitze ist durchsetzt mit organischer Substanz (Zementoblasten, Haversche Kanälchen), die eine Brücke darstellt zwischen Pulpa und Wurzelhat und die eine Durchwirkung des Arseniks auf die Wurzelhaut ermöglicht.

Wenn damit theoretisch und histologisch eine apicale Durchwirkungsmöglichkeit feststeht, so gelingt es uns aber auch, mindestens eine theoretische Erklärung für eine Sistierung der Tiefen-

wirkung zu finden. Wie schon bei der Pulpawirkung besprochen, kommt es zu einer Abschnürung der Gefäße am „foramen apicale". Gehen wir nun von dem Gedanken aus, daß nicht allein die Arsenikgiftwirkung, sondern auch der Stillstand der Zirkulation und die damit verbundene Ernährungsstörung für die Nekrose mit verantwortlich zu machen ist, und benützen wir weiterhin den Euler'schen Gedanken eines allmählichen Aufhörens der Arsenikgiftwirkung in Richtung der Wurzelspitze, so können wir dem Satz beistimmen: die Arsenikwirkung reicht nur so weit Stauung herrscht. Es entsteht eine nekrotische Randzone, d. h. eine Demarktionslinie, das tiefliegende Gewebe wird zu einem Randgewebe und die Pulpa kann ohne Verletzung der Wurzelhaut entfernt werden. Den Gedanken einer allmählichen Abnahme der Arsenikwirkung hat auch F r ä n k e l, wenn er schreibt: „Offenbar hat Arsenik auf dem Wege von der Aplicationsstelle bis zur Wurzelspitze von seiner giftigen Wirkung soviel eingebüßt, daß es nicht mehr direkt zerstörend auf die Wurzelhaut und auf das apicale Gewebe wirkt, sondern nur noch entzündungserregend in Verbindung mit den von ihm zerstörten Massen der Pulpa." Ähnlich äußert sich auch Grigory F e l d m a n n : „Die Ursachen einer Wurzelhautschädigung dürfte bei Arsenik in den meisten Fällen nicht auf direkte Schädigung durch das Mittel selbst zurückzuführen sein, sondern in den meisten Fällen dürfte es sich um die Folge der Aufsaugung der Zerfallsprodukte der Pulpenreste handeln." Rebel geht noch einen Schritt weiter, er bestreitet nicht nur einen schädigenden Einfluß des Arseniks auf die Wurzelhaut, sondern spricht von einer stimulierenden Reizwirkung im Sinne einer periodontalen Reparation. Die durch die Pulpa auf die Wurzelhaut auftretenden Reizdosen würden einerseits zu einer Anreicherung des Bindegewebes im betroffenen apicalen Wurzelhautgebiet, andererseits zu einer Hemmung einer ev. eintretenden Leukocytose führen. G r e v e lehnt diese lokale Reizwirkung im Sinn eines reparatorischen Vorganges ab auf Grund der lokalen Wirkungsweise des Arseniks. Die örtliche Wirkung des Arseniks wäre deletär und die genannte fibroplastische Reaktion wäre pathologisch. Letztere scheint allerdings sich heilend auswirken zu können, wenn keine Infektion oder andersartige Schädigung in das periapicale Gewebe eindringt. Jedoch dürfte es eine geringste Grenze für die schädigende örtliche Wirkung des Arseniks kaum geben. Die mikroskopisch wohl stets nach Arseneinlage vorhandenen Schädigungen würden einfach in natürlicher Weise ausheilen. Wenn Franzheim bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen eine Leucozytenansammlung sähe, und dieselbe als Reinigungsreaktion der sich hier abspielenden Entzündungsvorgänge erklärt, die klinisch durchaus nicht bemerkt zu werden brauchen, so entspräche das der heute

gültigen allgemeinen pathologischen Ansicht. Eine neue These über den Stillstand der Arsenikwirkung an der Wurzelspitze stellt Balters auf. Er fußt auf der schon bei der Pulpawirkung besprochenen Theorie von der spezifischen Affinität der arsenigen Säure zu den Atmungsfermenten und will darin den Grund sehen, warum sich die Arseneinwirkung nur auf die Pulpa beschränkt. Im Wurzelhautgebiet wären so viel Möglichkeiten einer Regulation der Gewebsarten gegeben, daß die lokale Wirkung des Arseniks nicht mehr in Frage komme, zumal die leichtere Löslichkeit des Arseniks einen schnelleren Abtransport im Gewebe bedinge. Es ist fraglich, ob diese Theorie bei der außerordentlichen lokalen Wichtigkeit des Arseniks, selbst wenn es auch nur in Spuren vorhanden ist, sich erweisen lassen wird, zumal Euler durch den Nachweis einer Arsenikwirkung auf die nervi dentales im Wurzelhautgebiet schon den Gegenbeweis antrat. Ähnlich steht es auch mit der Theorie von Rebel. Gelingt der Nachweis, daß Arsen in dünner Lösung bei lokaler Applikation das Gewebe nicht schädigt, bezw. daß er es zu einer Leistungssteigerung beeinflußt, so sind beide Theorien als gleichwertig neben die anderen zu stellen. Als Beweis dafür, daß Arsenik keine Schädigung der Wurzelhaut hervorruft, kann keine der angeführten Theorien gelten.

Für das Entstehen einer Wurzelhautschädigung durch Arsenik machte man weiterhin verantwortlich eine zu lange Liegedauer und eine zu große Menge der Einlage. Über die benötigte Zeit der Einlagedauer findet man verschiedene Angaben in der Literatur, was wohl auf die verschieden benutzte Einlagemenge und Pastenzusammensetzung zurückzuführen sein wird. Eine ganze Reihe von Autoren, unter ihnen Michel, Walkhoff, Black und Miller wollen Arsenik nicht länger als 24 Stunden im Zahn belassen wissen, da sonst die Gefahr einer Periodontitis zu groß sei. Scheff, der eingehende Versuche über die Einwirkungsdauer von 15 Minuten bis 4 Wochen angestellt hat, kommt zu der Ansicht, daß bei einer Einlagedauer von 4—6 Tagen nicht häufiger eine Arsenikperiodontis auftrete, als nach kürzer dauernden Einlagen. Michel und Wagner machen die Einlagedauer abhängig von der Beschaffenheit des betreffenden Zahnes, von der Größe des Pulpenvolumens und davon, ob eine Dentinschicht über der Pulpa noch vorhanden ist oder nicht. Heinze will die Aplikationsfrist auf 2 bis höchstens 3 Tage bemessen wissen, weil von 4—6 Tagen ein Übertritt von nachweisbaren Mengen von Arsenik in das Periodont stattfinden soll, die in ihrer Wirkung über die Rebel'sche Reizdosis hinausgehen. Eine Norm der Einlagedauer aufzustellen, dürfte bei der Verschiedenartigkeit der angewandten Arsenikpasten einerseits und der Reaktionsfähigkeit der menschlichen Pulpa andererseits nicht möglich sein; bei Anwendung

einer reinen Arsenikpaste halte ich rein erfahrungsgemäß die Zeit von 48 Stunden für angebracht. Genau so wenig ist die Frage nach der Quantität generell zu lösen. Sie wird bestimmt nicht ohne Einfluß sein bei freigelegter Pulpa, in wieweit allerdings bei noch vorhandener Dentinschicht die Euler'sche Ansicht Geltung hat, daß bei einer größeren Menge nur der größere in Berührung kommende Querschnitt der Dentinkanälchen für die Wirkung von Bedeutung wäre, kann schwer beurteilt werden. Selbst wenn wir, rein was Pulpawirkung anbelangt, der Quantität eine Bedeutung beimessen, ist auch hier allgemein zu sagen, daß die jeweils angewandte Pastenzusammensetzung, der jeweilige Arsenikgehalt und die Individualität des Patienten die benötigte Quantität der Einlage vorschreiben wird. Eine Norm für die Menge des angewandten Arseniks dürfte in sofern aufzustellen sein, als bei der Gefahr des Verschluckens einer Einlage es immer gut sein wird, die allgemeine Maximaldosis nicht zu überschreiten, was gleich kommt einer Arsenikmenge von 0,005 g pro Einlage, und in sofern als wir wissen, daß eine ganz geringe Menge (0,0008 g) Arsenik zur Devitalisation einer jeden Pulpa genügt.

Am Ende der Besprechung der Wurzelhautwirkung möchte ich noch einmal zurückkommen auf besondere anatomische Verhältnisse, die diese Wirkung zweifellos beeinflussen. Solche Ausnahmeverhältnisse sind nach Ansicht vieler Autoren gegeben bei Milchzähnen und jugendlichen bleibenden Zähnen. Entsprechend dem Raum, der das Thema „Arsenik bei Milchzähnen" in der Literatur einnimmt, muß es auch hier gesondert besprochen werden. Milchzähne können bei eintretender Behandlung schon teilweise resorbiert sein, jugendliche bleibende Zähne noch nicht ganz verkalkt sein. Beide Zustände bedingen ein weiteres „foramen apicale" und schaffen neu zu berücksichtigende Verhältnisse. Demnach lautet auch der Grundgedanke der darüber erschienenen Abhandlungen: Das weite foramen, bezw. die Resorptionsstellen der genannten Zähne ergeben die Gefahr einer mangelnden Selbststrangulation der Pulpa und damit eine Unsicherheit in Hinsicht auf die Wirkung, insbesondere auf die Tiefenwirkung des Arseniks. Nach den vorher genannten Theorien über Arsenikwirkung und ihrer Sistierung an der Wurzelspitze ist eine derartige Gefahr theoretisch unbedingt gegeben. Nimmt man an, die Giftwirkung nimmt in Richtung der Wurzelspitze ab, so fehlt die unbedingte Voraussetzung für die Nekrotisierung der tieferliegenden Pulpa, nämlich das enge foramen apicale und damit die Selbststrangulation. Schreiben wir die Nekrotisierung der tiefer liegenden Pulpaschichten auch der Giftwirkung des Arseniks zu, so liegt, besonders bei weitem Foramen, kein Grund vor, die ungehinderte Weiterwirkung des Arseniks zu bestreiten. Unter solchen Vor-

aussetzungen kann natürlich auch von der Bildung einer Demarkationslinie an der Wurzelspitze keine Rede sein und wir müssen eine Nekrotisierung der Wurzelhaut bezw. des Knochens und eine Schädigung der unter der Wurzelhaut des Milchzahnes liegenden Anlage des bleibenden Zahnes als ständige Gefahr mit in Kauf nehmen. Ich will nicht näher auf die mögliche theoretische Widerlegung des Gesagten eingehen, sondern nur als Gegenbeweis die klinische Tatsache anführen, daß wir bei richtiger Applikation und Liegedauer des Mittels auch bei Milchzähnen nur in seltenen Fällen eine Nekrose des die Wurzelspitze umgebenden Gewebes beobachten können. Histologisch konnte Bauer diese klinische Tatsache beweisen durch seine Untersuchungen der Arsenikwirkung in der Kinderpraxis. Er fand: „Der obere Teil der Pulpa ist stark hämorrhagisch, eine Erscheinung, die in den tieferen Lagen vollkommen fehlt; die obere von Hämorrhagien durchsetzte Partie erscheine wie abgeschlossen, vor allem scheinen sich die Resorptionsstellen nicht um die Arsenikeinlage gekümmert zu haben. Die Riesenzellen gaben ganz klare Bilder. Es ergab sich, daß die Gefahr einer Arsenikwurzelhautnekrose keineswegs größer ist als bei einem Erwachsenen." Euler, der, wie schon einmal erwähnt, die Alkalität des Gewebes für die Wirkung des Arseniks als besonders wichtig hervorhebt, findet für das von Bauer gefundene indifferente Verhalten der Riesenzellen und Resorptionsstellen gegenüber der Arsenikwirkung folgende Erklärung: „Zurückgreifend auf die Voraussetzung einer basischen Lösungsflüssigkeit muß man annehmen, daß die Arseniktiefenwirkung durch die chemisch anders ausgerichteten, sauer reagierenden, Kalk resorbierenden Zellen gehemmt wird." Als Schlußfolgerung stellt er fest, daß damit im Resorptionsbezirk der Milchzähne eine Arsenikunempfindlichkeit vorhanden wäre. Doch geht die Mehrzahl der Autoren von den eingangs genannten Erwägungen aus und rät zur Vorsicht bei Anwendung der reinen Arsenikpaste zur Milchzahnbehandlung bezw. empfehlen andere Mittel. Meines Erachtens kann mit jeder auch sonst anzuwenden Arsenikpaste auch Milchzähne, ohne neue Gefahrenmomente heraufzuschwören, devitalisiert, wobei man es jederzeit in der Hand hat, die Tiefenwirkung durch die Einlagedauer von Fall zu Fall, d. h. je nach Zahn und Alter des Patienten zu regulieren. Die Möglichkeit einer Durchwirkung auf die Wurzelhaut besteht, es muß aber bei dem heutigen Stand der Forschung angezweifelt werden, daß bei der Milchzahnbehandlung mit Arsenik besondere Gefahren entständen.

Ein wesentlicher weiterer Punkt bei der Besprechung eines Devitalisationsmittels ist die Frage nach seiner Wirkung vorhandenen Keimen gegenüber. Über die baktericide Wirkung des Arsenik

sind besonders in den letzten Jahren Abhandlungen geschrieben worden. „Ist die Pulpa eines an Pulpitis partialis erkrankten Zahnes nach Applikation von Arsenik nach einer praktisch üblichen Liegedauer des Kausticums steril, ist nicht nur das Protoplasma der Pulpazellen, sondern auch das des Bakterienleibes nach dieser Zeit nekrotisiert?" ist die Frage, die Hoch als erster im Jahre 1920 aufwarf. Zur Lösung seiner Aufgabe devitalisierte er 66 an partieller Pulpitis erkrankte Frontzähne mit As_2O_3 in verschiedenen Zusammensetzungen (Arsenikpaste, Nervarsen, reine arsenige Säure und Scherbenkobalt) und entfernte unter rein aseptischen Kautelen die Pulpen. Seine bakteriologischen Untersuchungen ergaben: „1. Der pulpitische Zahn beherbergt vor der Arsenikeinlage eine infizierte Pulpa. Das kaustische Mittel hat nach einer durch praktische Beobachtungen ermittelte Liegedauer als Protoplasmagift im kranken Zahn nicht nur die Zellen des infizierten Pulpagewebes, sondern auch das Protoplasma der im erkrankten Zahnmark verbreiteten Mikroorganismen nekrotisch gemacht. Die mit Arsenik devitalisierte Pulpa ist ein steriles Gebilde. 2. Der Raum der die kauterisierte Pulpa einschließt, also Pulpahöhle und Wurzelkanal, muß auch steril sein." Hartmann dehnte die Versuche Hochs, die ja nur an Frontzähnen bei partieller Pulpitis gemacht wurden, auch auf Praemolaren und Molaren aus, die an verschiedenen Formen von Pulpitis erkrankt waren. Hartmann konnte die Ergebnisse von Hoch nicht nur bestätigen, sondern fand auch, daß die Pulpa bei mehrwurzeligen Zähnen und auch bei verschiedenen Formen der Pulpitis nach Arsenikbehandlung steril war. Durch Extraktion und Untersuchung einiger vorbehandelter Zähne konnte er weiterhin feststellen, daß die von Hoch nur gefolgerte Sterilität der Kanalwände auch tatsächlich bestand. Man sollte meinen, daß damit vollkommen einwandfrei die bakterizide Wirkung des Arseniks nachgewiesen sei. Doch hielten die Angaben Hoch und Hartmanns einer weiteren Nachprüfung nicht stand. Fabian, der bakteriologische Untersuchungen am Münchener Bakteriologischen Institut machen ließ, mußte bei sämtlichen angelegten Kulturen Kolonien von Mikroorganismen feststellen. Weitere Versuche vor allem mit Causticinpräparaten brachten Fabian zu der Ansicht, daß eine 30—40 %ige arsenige Säure weder eine Bakterien hemmende, noch bakterizide Wirkung hat. Die gefundene bakterizide, bezw. bakterienwachstumshemmende Wirkung der Causticinpräparate führt er nicht auf ihren Gehalt an arseniger Säure, sondern auf ihre desinficierenden Zusätze zurück. Ein ähnliches Ergebnis bekam Hubmann, der eine praktisch nicht genügende sterilisierende Wirkung des Arseniks feststellte. — Die sich widersprechenden Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß vielleicht dem prozentualen Arsenikgehalt

nach verschiedene Arsenikzusammensetzungen bei den Untersuchungen gewählt wurden und somit die verschiedenen Ergebnisse erzielt wurden. Traksdorf untersuchte, ob der arsenigen Säure in verschiedenen Konzentrationen eine Desinfectionswirkung zukomme und fand, daß in Konzentrationen bis zu 1,5 % die arsenige Säure wohl eine bakterienwachstumshemmende, aber keine oder doch nur sehr untergeordnete keimtötende Wirkung besitze. Balters fußt auf den Untersuchungen von Tracksdorf, wenn er auf Grund einiger Untersuchungen eine sterilisierende Wirkung des Arseniks unter vorausgegangener Devitalisation feststellt unter der Bedingung, daß die Pulpa von Arsenik in 1,5 %iger Lösung durchsetzt würde. Machen wir jedoch die sterilisierende Wirkung des Arseniks von einem bestimmten Prozentgehalt der Durchsetzung der Pulpa abhängig und halten uns dabei die Abhängigkeit dieser Wirkung von der je nach Alter und Erkrankung des Zahnes wechselnden Lösung des Arseniks und Alkaleszens des Gewebes vor Augen, so können wir uns nie darauf verlassen, daß wir nach Arsenikbehandlung ein steriles Zahninneres vorfinden werden. In wieweit überhaupt die gefundene Einwirkung auf das Leben der Mikroorganismen von einer direkten Arsenikgiftwirkung abhängig zu machen ist, ist zumindest fraglich, da, wie Greve mit Recht darauf hinweist, auch eine sekundäre, durch den Gewebstod bedingte Wirkung auf die Keime besteht. Dadurch, daß das Gewebe vernichtet wird, wird auch den Bakterien die Lebensmöglichkeit genommen, es ist deshalb möglich je nach dem Stadium des Gewebszerfalls eine Wachstumshemmung oder einen Tod der Bakterien festzustellen. Das Ergebnis der Forschung über die baktericide Wirkung des Arseniks lehrt uns, das wir ohne Zusatz von Desinficien nach Arsenikbehandlung der Pulpa nicht ohne weiteres sterile Verhältnisse im Wurzelkanal erwarten dürfen und daß die bisher geübte antiseptische Nachbehandlung zu Recht besteht.

Bevor ich nun die einzelnen Arsenikpräparate bespreche, möchte ich noch kurz eingehen auf die zweite, hauptsächlichst zur Pulpendevitalisation angewandte Form des Arsens, den Scherbenkobalt. Arsenicum metallicum crudum wird frei in der Natur gefunden in Hessen, Sachsen, Böhmen, Norwegen und Kalifornien. Es bildet stahlgraue, bräunlichgraue oder metallisch glänzende Kristallkonglomerate, die an der Luft oxydieren und sich mit schwärzlichen As_2O_3 bedecken. In der Feuchtigkeit entsteht daraus arsenige Säure. Der Oxydationsvorgang zur arsenigen Säure ist noch umstritten. Während einige Autoren den Oxydationsvorgang so auffassen, daß Scherbenkobalt direkt zu arseniger Säure oxydiert werden kann, konnte Greve nachweisen, daß ganz reiner, unter Luftabschluß aufgehobener Scherbenkobalt auf die Pulpa nicht wirkt.

Die Wirkung des Scherbenkobalts beruht nach Greve auf seiner Umwandlung zu As_2O_3 an der Luft, der dann erst bei Anwesenheit von Gewebsfeuchtigkeit arsenige Säure bildet. Die Wirkung des Scherbenkobalts ist also Arsentrioxydwirkung. Der Oxydationsvorgang bedingt aber dadurch, daß sich erst langsam arsenige Säure abspalten muß eine mildere Wirkung auf Pulpa und Wurzelhaut. Scherbenkobalt wirkt nicht so intensiv schmerzend auf die Pulpa wie Arsenik und die Einlagen können länger im Zahn belassen werden ohne Gefahr für die Wurzelhaut. Unterstützt wird die mildere Wirkung auf die Pulpa durch Hinzubringung eines Anaestheticums, das einerseits bei der langsamen Wirkung des Scherbenkobalts und dem dadurch bedingten langsameren Verlust der Leitungsfähigkeit der Nerven unbedingt zugesetzt werden muß, andererseits aber auch mehr Zeit zu seiner Einwirkung hat als bei Anwendung von Arsenikpasten und infolgedessen eine absolute Schmerzlosigkeit der Einlage hervorrufen kann. Ein derartig zusammengesetztes Präparat ist das Nervicid, das wegen seiner schmerzlosen und wurzelhautschonenden Wirkung gelobt wird. Ein weiteres Scherbenkobaltpräparat ist das „Causticin schwarz", das bei sonst belanglosen Zusätzen eine typische Scherbenkobaltwirkung aufweist. Mit den Vorteilen der langsamen Einwirkung ist aber auch ein entscheidender Nachteil des Scherbenkobalts verknüpft. Er beansprucht eine Liegedauer von 6—8 Tagen bis zur völligen Nekrotisierung der Pulpa. Ein weiterer Nachteil ist seine mangelnde Durchwirkung durch eine vorhandene Dentinschicht, die sich bei jedem mild und langsam wirkenden Mittel als besonderes Hemmnis auswirken muß. Dieser mangelnden Durchwirkung sucht Gysi dadurch zu begegnen, daß er Scherbenkobalt mit wasserhaltigem Glyzerin anrührt. Er will einerseits, wie schon gesagt, eine bessere osmotische Durchdringungskraft bekommen und andererseits durch Gegenwart von Wasser eine bessere Oxydation von As_2O_3 gewährleisten. Ich möchte den Indikationsbereich für Scherbenkobalt und seine Präparate dadurch begrenzen, daß ich seine Anwendung allgemein als Devitalisationsmittel bei seiner langsamen Einwirkung und der bei längerer Liegedauer infolge seiner Arsenikwirkung auch entstehenden Gefahr einer Wurzelhautschädigung nicht empfehle, und wende ihn nur an bei Kindern, bei beabsichtigter Amputation des Zahnnervs, wobei ich die Anwendung eines Arsenikpräparates nicht als gegenindiciert betrachte.

Die Arsenikpräparate.

Die Herstellung der Arsenikpräparate hat zum Ziel bei Wahrung der Vorteile, die uns Arsenik als Devitalisationsmittel bietet, die mit seiner Anwendung verbundenen Mängel auszuschalten. Die Schmer-

zen, die in den ersten Stunden der Einwirkung eintreten, sollen verhütet oder zu mindest vermindert werden, eine zu starke Tiefenwirkung, die verbunden ist mit einer Schädigung des Periodonts soll verhindert und die Einwirkung vorhandenen Keimen gegenüber soll gesteigert werden. Die beiden erstgenannten Gründe sind in der Hauptsache die Veranlassung dafür, daß immer wieder neue Arsenikzusammensetzungen von mehr oder minder wissenschaftlicher Grundlage auftauchen. Durch Beimengung von Anaestheticas, Adstringentien und Antisepticas, durch Umsetzung des Arseniks in eine milder wirkende Form und schließlich durch seine Dosierung suchte man das gesteckte Ziel zu erreichen. Das einfachste Arsenikpräparat ist Arsenik mit Nelkenöl zu einer Paste verrührt. Nelkenöl wirkt dabei als Träger und Anaestheticum. Alle älteren Arsenikpasten sind auf dieser Grundlage aufgebaut und enthalten höchstens noch ein weiteres beigemengtes Anaestheticum (Alypin, Eugenol, Novocain, Kokain, Chlorphenol, usw.) Man berücksichtigte also nur zunächst den Aplikationsschmerz, den man durch Beimengung von Anaestheticas bekämpfte. In diese Reihe gehören z. B. auch die nicht wegen einer besonderen Zusammensetzung sondern wegen ihrer auffallenden Benennung aufzuführenden Mittel: Meises Nervtötungstampons, auch unter der Bezeichnung Meises Triforminpastillen in der Literatur zu finden und die Neuron Ätzpaste von Karl Gruser. Meise mengte dem Arsenik bei Chlorhydrat und acidum carbolicum, Gruser benützte eine ganze Reihe von Anaestheticas, darunter Thymol und Anaesthesin. Das Gruser'scher Präparat wird wegen seiner zu starken Tiefenwirkung in einem späteren Literaturvermerk als Devitalisationsmittel abgelehnt. Eine andere Methode der Bekämpfung des Einlageschmerzes ist die von Lipschütz besonders propagierte vorherige Einwirkung eines Adstringentiums, der Karbolsäure. Lipschütz empfiehlt eine vorherige 10 Minuten lange Einwirkung dieser Säure und legt dann eine ebenfalls mit Karbolsäure gesättigte Arsenikpaste.

Die neueren Präparate bekämpfen neben der Schmerzhaftigkeit der Applikation in der Hauptsache die Tiefenwirkung. Einige versuchen durch Zusatz von Desinficient auch noch eine baktericide Wirkung zu erreichen.

Der Hollundermarkätzstoff von Lehmann besteht nach den Untersuchungen des Pharmakologischen Instituts zu Bonn aus: Chinosol, Kreosot, arsenige Säure, Morphin und Papierfasern (als Grundmasse). Was den Träger anbelangt, so wurde früher sicher Hollundermark als solcher verwendet, anders wäre sonst der Name nicht zu erklären. Die vorgeschriebene Einlagedauer beträgt 3 Tage. Wir sehen als wirkende Substanz arsenige Säure und dieser beige-

mengt neben Anaestheticas Kreosot. Letzteres hat eine gute Tiefenwirkung, wirkt adstringierend, gerbend auf die Pulpa und hemmt damit die Tiefenwirkung. Die verschiedenen Untersuchungen, die Lutsch, Weinberger, Bühler unternahmen, bestätigen das und geben übereinstimmend als besondere klinische Merkmale an Schmerzlosigkeit der Application und Unschädlichkeit auf das Periodont, selbst bei einer Liegedauer bis zu einer Woche. Als Nachteilig wäre demnach an dem Präparat lediglich der durchdringende Geruch von Kreosot anzuführen. Rebel allerdings, der das Präparat auch prüfte, fand zwar keinen Einlageschmerz, doch Wurzelhautreizungen und Blutungen bei der Exstirpation und sah in dem Präparat keinen wesentlichen Vorteil gegenüber der alten Arsenikpaste. Necronerv: Rolland, ein Pariser Zahnarzt und Apotheker ging davon aus, daß der Applikationsschmerz bei Arsenik zurückzuführen sei auf die Hyperaemie und den dadurch erzeugten Druck auf die Nerven und begegnet dieser Wirkung durch Hinzubringen vasokonstruktorischer und nervenlähmender Mittel zu Arsenik. Necronerv setzt sich zusammen aus 25 Teilen Arsenik, 38 Teilen Pyretholon, Anaesthocain, Menthol (Gefäßkontrahierende Komponenten), 25 Teilen Karbolsäure als Antisepticum und Anaestheticum und Asbest als Grundsubstanz. Vorgeschriebene Einlagedauer ist 3 Tage. Die klinischen Untersuchungen loben einstimmig die erzielte Schmerzlosigkeit der Applikation. W. Schmitt, der das Mittel in 400 Fällen eingehend prüfte, konnte nur in wenigen Fällen Schmerzen der Applikation feststellen und konnte in keinem Falle periodontische Reizungen oder eine Wirkung über den Apex hinaus beobachten, selbst bei einer Liegedauer bis zu 10 Tagen. Auch Thöne und Loos loben das Mittel, besonders heben sie die fehlende Blutung bei der Exstirpation hervor, die sie auf die anaemisierende Wirkung des Präparates zurückführen. Betz fand auf Grund seiner Untersuchungen eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Schmitt, er lobt vor allem die schnelle anaesthesierende Wirkung des Mittels und konnte sogar ein Verschwinden bestehender pulpitischer Schmerzen gleich nach der Einlage beobachten. Die Wirkung auf die Gefäße untersuchte er bei 7 Fällen histologisch und fand mit Ausnahme von einem Fall: „Keine sonderliche Erweiterung der Gefäße, die Gefäßwände waren glatt und an keiner Stelle zerrissen. Auch ist eine pralle Fülle der Gefäße nirgends zu beobachten.“ Betz lobt ebenso wie Loos die blutlose Entfernung der Pulpa, wie er auch eine anaemisierte weiße Farbe der exstirpierten Pulpa beobachten konnte. Rohner konnte durch bakteriologische Untersuchungen auch eine baktericide Wirkung des Mittels nachweisen und schließt seine Dissertation über Necronerv: „Wir haben in Necronerv ein sicher wirkendes Pulpendevitalisationsmittel. Es zeich-

net sich nicht nur dadurch aus, daß es bei der Wirkung keine Schmerzen hervorruft, sondern, daß es bestehende pulpitische Schmerzen lindert. Es reizt das Periodont nicht und wirkt sterilisierend."

Die kolloidalen Arsenikpräparate stellen den Versuch dar, die Wirkung des Arseniks dadurch zu mildern, daß man ihn in feinverteilter (kolloider) Form in eine Gallerte einschließt (suspendiert), aus der er bei Berührung mit der Pulpenfeuchtigkeit langsam diffundiert. Zur Herstellung dieses sog. kolloiden As_2O_3 kamen unabhängig von einander Schäfer-Göttingen und Eckmann-Schweiz. Eckmann nennt sein Präparat Nervarsen. Dieses Präparat ist außer seiner schon angeführten Eigenschaft noch dosiert und zwar dadurch, daß es in kleinen runden Tabletten in den Handel kommt, die mit einer bestimmten Arsenikmenge (0,00079 g) beladen sind — Liegedauer 3—4 Tage. Man will durch die allmähliche Einwirkung des Arseniks ähnlich wie bei Scherbenkobalt den Applikationsschmerz lindern und gleichzeitig, unterstützt durch die Dosierung, die Gefahr einer zu starken Tiefenwirkung bannen. Klinisch hat sich das Mittel an den zahnärztlichen Instituten der Universitäten Hamburg und Basel bewährt. Locher prüfte die Wirkung auf des Periodont histologisch und fand bei der angegebenen Liegedauer außer einer minimalen Gefäßerweiterung normales Periodont. Eigenartig ist, daß die Untersuchungen, die mit dem deutschen Schäfer'schen Präparat gemacht wurden, ganz negativ ausfielen. Euler und Rebel stellten bei Untersuchung der Wirkung des Mittels auf das Periodontium des Hundes schon nach 24-stündiger Einlagedauer derartige Veränderungen der Wurzelhaut fest, daß nach ihrer Meinung das Mittel für die Praxis gar nicht in Frage kommt. Die festgestellten Einwirkungen waren wesentlich gröberer Natur als die des Arseniks. Immerhin sind darüber noch Untersuchungen anzustellen, ob das Präparat auf menschliche Zähne genau so wirkt, da gerade bei Versuchen an Hundezähnen wegen der weiteren foramina und deren größeren Anzahl schwer ein Vergleich mit menschlichen Zähnen zu ziehen ist. Ein weiteres kolloides Arsenik-Präparat ist Causticin Woelmrot. Praeger, der dieses Mittel in mehreren hundert Fällen untersuchte, erzielt die gleiche Wirkung wie bei dem Scherbenkobaltpräparat Causticin schwarz. Er fand klinisch selten Nachschmerzen nach der Applikation und noch seltener Wurzelhautreizungen, histologisch Gefäßerweiterungen und vor allem Blutungen ins Parenchym, doch alles in sehr geringem Maßstab. Er stellte fest: „Die Wirkung ist nicht nur klinisch, sondern auch objektiv als zart zu bezeichnen." Zusammenfassend ist zusagen, daß mit Ausnahme der Befunde von Euler und Rebel die Erfahrungen mit kolloid suspendiertem Arsenik die pharmakologisch eigenartige Tatsache zeigen, daß eine leichter

lösliche Modifikation des Arsenik das Gewebe weniger schädigen kann als der schwerer lösliche Arsenik. Eine Tatsache, die in vollem Widerspruch steht zur Eulerschen Theorie der Löslichkeit.

Wir kommen zu den Präparaten, die im wesentlichen mit Hilfe der Dosierung der angewandten Arsenikmenge eine für das Periodont gefahrlose Wirkung des Arsenik erzielen wollen. Diese Mittel enthalten meist eine gerade noch zur Devitalisation ausreichende Menge von Arsenik. Durch weitere Abstufung dieser Dosierung versucht man eine verschieden starke Pulpawirkung zu erreichen. Die bekanntesten Mittel dieser Richtung sind die Causticin Wölm-Präparate. Es sind teils mit Arsenik, teils mit Scherbenkobalt vermengte Wattekügelchen, die eingeteilt nach drei verschiedenen durch verschiedene Färbung kenntlich gemachten Wirkungsstufen im Handel sind. Causticin blau und Causticin gelb sind Arsenikpräparate, Causticin schwarz ist schon an seiner schwarzen Farbe erkenntlich ein Scherbenkobaltpräparat. Die folgende kurze Übersicht entnehme ich der Dissertation von Wehmann: Causticin blau enthält 0,0008 g arsenige Säure mit beigemengten Anaestheticas. Einlagedauer bei eröffneter Pulpa ein Tag, bei geschlossener Pulpa 2–3 Tage. — Schädigung des Periodonts bei längerer Einwirkung. Causticin gelb enthält 0,00075 g arsenige Säure. Entsprechend dem geringeren Arsenikgehalt ist seine Wirkung etwas langsamer als die des Causticin blau. Einlagedauer bei offener Pulpa 3 Tage, bei geschlossener Pulpa 4—6 Tage. Reizung des Periodonts bei zu langer Einwirkung. Causticin schwarz, Scherbenkobaltpräparat, Wirkungsdauer 5—8 Tage, Wirkung unzuverlässig, periodontische Reizungen wurden beobachtet. Zusammenfassend sagt Wehmann, daß zwar Wurzelhautentzündungen festgestellt werden konnten, sie waren aber nicht von der Heftigkeit, daß ein sonst noch erhaltungsfähiger Zahn geopfert werden mußte. Die Reizungen gingen nach mehren Einlagen zurück. Die Schmerzen der Arsenikeinlage sind zwar vermindert, ganz beseitigt sind sie jedoch nicht. — Ähnliche Präparate sind die sogenannten Inoidtabletten und die Causticatabletten, die Arsenik auch dosiert in drei Wirkungsstufen enthalten. Ein Vorteil gegenüber den Wölmpräparaten ist bei diesen im Prinzip gleichen Mitteln nicht zu erwarten. — Das jüngste Präparat dieser Gattung ist das nach Angaben von E. Goldberg hergestellte Dosarsen. Die einzelnen Partikelchen dieses Präparates sind wieder verschieden gefärbt und enthalten 0,0022 As_2O_3, für Kinder Liegedauer 3 Tage, für Erwachsene 8 Tage (Farbe schwarz); für Erwachsene 0,0026 gr Liegedauer 4—5 Tage (Farbe rot) und 0,0044 gr Liegedauer 2 Tage (Farbe gelb). — Zusammenfassend ist bei den genannten dosierten Präparaten als Vorteil festzustellen: leichte Applikationsmöglichkeit

und Unmöglichkeit einer Überdosierung. Es ist also weder ein Herauspressen der Füllung über den Rand, wie das bei den Pasten vorkommen kann, möglich, noch ist bei Verschlucken der Einlage eine Vergiftungsgefahr für den Patienten gegeben. Als Nachteil und zur Kritik ist anzuführen, daß bei der Individualität des einzelnen Patienten und seiner Zähne, die für jeden Patienten und Zahn eine andere Reaktion bedingt, die gesamten Abstufungen der Dosierung, in stark, mittel und schwach wirkend, problematisch sind. Lutsch-Wiesbaden u. a. halten deshalb mit Recht eine derartige Überdosierung nicht für richtig und unzweckmäßig, da sie richtig ausführen, daß man bei Anwendung eines ausgesprochen „milden" Mittels die Erfahrung machen kann, daß manche Patienten über die heftigsten Schmerzen klagen.

In der Besprechung möchte ich nun zwei Präparate folgen lassen, die als arsenfreie Ersatzmittel zur Pulpendevitalisation in die Praxis Eingang gefunden haben, die sich aber bei näherer Untersuchung als Arsenikzusammensetzungen herausstellten. Von diesen „unfreiwilligen" Arsenikpräparaten ist das eine Analgodont und das andere die Roth'sche Ätzpaste. Analgodont ist nach Angaben des Erfinders ein Präparat, das aus einer ganzen Reihe Adstringentias, Anaestheticas, Desinficientias, aus Vasokonstriktorischen Mitteln und Formalin zusammengesetzt ist. Von diesem Präparat wurde gesagt: „Es wäre arsenfrei, giftlos, würde nur die Pulpa lähmen, nicht zerstören, die Pulpa würde nur vortrocknen ohne Periostitiden zu zeigen. Die Gesamtpulpa könnte im Zahn gelassen werden und die nach Entfernung des Pulpendaches entstehende „Pulpenblöse" müßte nur mit einer bestimmten Mumifikationspaste überdeckt werden, um dann sofort eine Dauerfüllung anschließen zu können. Klinisch hervorgehoben wird, daß es nie Schmerzen und Wurzelhautreizungen verursachen würde und mindestens 24 Stunden, besser 48 Stunden im Zahn liegen müßte." Bei der Nachprüfung des Präparates stellte das Chemische Institut zu München fest, daß das Analgodont Arsen enthalte und zwar nicht nur in Spuren. Schinn, der das Mittel in einer Dissertation klinisch und histologisch untersuchte, stellte fest, daß dieses Arsenikpräparat milder als die gewöhnlichen Arsenikpasten wirken, daß es nur selten Schmerzen oder Wurzelhautreizungen verursache. Histologisch fand er, daß Analgodont viel weitergehende Zerstörungen in der Pulpa schaffe als ein einfaches Arsenikpräparat und daß von einer Lähmung bei der festgestellten völligen Atrophie keine Rede sein kann. Als keimfrei habe sich nur die Hälfte der untersuchten Pulpen erwiesen. — Zusammenfassend wäre also zu sagen: Analgodont ist ein modifiziertes Arsenikpräparat, das sich durch geringe Schmerzhaftigkeit bei seiner Appli-

kation und durch geringe Wurzelhautwirkung auszeichnet. Ein besonderer Vorzug gegenüber der alten Arsenikpaste ist in ihm nicht zu sehen, da man klinisch damit bei richtiger Anwendung genau dasselbe erreichen kann. Das andere hieher gehörende Präparat ist die schon genannte nach Angaben von Roth hergestellte Roth'sche Ätzpaste, auch „Roth Giftlos" bezeichnet. Während Roth die Wirkung seines Mittels auf die Komplexe Säure des Eisens, in der er ein spezifisches Nervgift gefunden zu haben glaubt, zurückführt, konnten Euler und Rebel diese auf die Wirkung der neuen Paste gestützte Theorie dadurch ad absurdum führen, daß sie einen Arsenikgehalt der Paste von über 30 % feststellten. Während Euler auf Grund des von ihm festgestellten, über die gewöhnliche As_2O_3-Wirkung hinausgehenden, schädigenden Einflusses auf die Wurzelhaut das Mittel vollkommen ablehnt mit dem Satz: „Zusätze zu Arsenik nach Roth waren ergebnislos", findet Rebel weder Wurzelhautreizungen noch Einlageschmerz und hebt den Umstand der Schmerzlosigkeit der Applikation besonders hervor. Carls, der über eine fünfjährige Erfahrung mit der Roth'schen Ätzpaste berichtet, fand bei der von ihm gefundenen Liegedauer von 4—6 Tagen eine gute klinische Wirkung des Mittels.

Eine theoretische Besprechung solcher Mittel, über deren Zusammensetzung und pharmakologische Wirkung sich der Erfinder selbst nicht im klaren ist, erübrigt sich. Sie sind vom wissenschaftlichen Standpunkt aus abzulehnen und sind auch vom Standpunkt des Praktikers aus zu entbehren.

Als Anhang und Ergänzung der Besprechung der Arsenikpräparate möchte ich, soweit sie Arsen betreffen, noch die Gedanken und Versuche anführen, die zwar noch nicht zur Entwicklung eines in der Praxis gebrauchten Devitalisationsmittels geführt haben, die uns aber den Weg der weiteren Arsenforschung zeigen können.
Greve weist in den „Fortschritten der Zahnheilkunde" immer wieder darauf hin, daß man durch Zusatz von Tannin in der Lage ist, die Wirkung der arsenigen Säure zu regulieren. Tannin ist ein starkes Adstringens, ein Gerbemittel, das durch Vergerbung der Blutgefäße eine langsame und schmerzlose Wirkung des Arseniks hervorrufen kann. Greve sagt selbst: „Ich habe festgestellt, daß 50 % Tannin die Arsenikwirkung fast aufhebt. Jedenfalls tritt bei so einer Menge nach 8—14 Tagen noch keine Devitalisation der Pulpa ein. Ein Zusatz von 5 % bewirkt, daß man eine Arsenikpaste ohne Schaden 4—7 Tage im Zahn unter Verschluß lassen kann." Preiswerk schlägt eine derartige Paste vor (Acidum arsenicosum, Kreosot aa 5,0 kombiniert mit Tannin). Ein ähnlich verzögernd wirkendes, noch nicht erprobtes Mittel wäre nach Greve auch Chlorzink.

Durch Euler wurde dem Bestreben wieder Bahn gebrochen, an Stelle des Arsens in Substanz Lösungen zu verwenden, die Arsen enthalten. Dieser Versuch wurde schon vor Euler gemacht mit organischen Arsenverbindungen, dem Atoxy (Metaarsensäureanilid) und mit der Kakodylsäure (Dimethylarsensäure). Doch waren beide Mittel in ihrer Wirkung unbestimmt, da sie erst nachträglich und sehr allmählich durch Bildung von As_2O_3 zur Wirkung kamen, und brachten keinen Vorteil gegenüber der Arsenikpaste. Euler ging deshalb sofort davon aus, daß eine andere Lösung, als die mit arseniger Säure gebildete keine Aussicht als Devitalisationsmittel habe. Die Untersuchungen Tappeiners über die Löslichkeit kamen ihm dabei zu Hilfe. Tappeiner stellte eine allmähliche Auflösung des Arseniks in Wasser, eine bessere Auflösung des Arseniks in alkalischer Flüssigkeit und besonders rasch in warmer alkalischer Flüssigkeit fest. Über klinische Versuche mit in Wasser gelöstem Arsenik (solutio arsenicalis Fowleri), wobei sich diese Lösung wegen ihres geringen Prozentgehaltes an Arsenik (1 %) als nicht wirksam genug erwies, kam er zur Lösung des Arseniks in der alkalisch reagierenden Flüssigkeit Piperidin. Die Löslichkeit konnte gesteigert werden durch Zusatz von Wasser. Euler konnte in 5 ccm Piperidin bei Zusatz von 1 ccm Wasser $2^2/_3$ gr Arsenik zur Lösung bringen, was einem Gehalt an Arsenik von 45 % gleichkommt. Durch Zusatz von Wasser oder Alkohol ließ sich der Prozentsatz nach Belieben erniedrigen und damit war die Frage der Dosierung in geradezu idealer Weise gelöst. Von den Anaestheticas, die in Lösung ebenfalls besser zur Wirkung kommen können, lösten sich am besten Kokain und Novokain. Rötter, ein Schüler Eulers erprobte diese Lösungen in verschiedenen Prozentsätzen bei den verschiedenen Erkrankungsformen der Pulpa und fand: Solutio arsenicalis Piperidini ist zum Abtöten der Zahnpulpa der bisher verwendeten Arseniksubstanz gleichwertig. Das Mengenoptimum und gleichzeitig Minimum liegt bei 25 % Arsenikgehalt. Schädliche Neben- und Nachwirkungen sind nicht beobachtet worden. Eine Verbindung dieser 25%igen Lösung mit Anaestheticas (besonders mit Novocain) ist in hohem Maße möglich. Um lebende Pulpen in den Wurzelkanälen abzutöten, genügt eine 10%ige Lösung. Die Lösung hat sich als haltbar auch bei Berührung mit anderen Flüssigkeiten erwiesen. Piperidinum arsenicosum ist bis zur Unschädlichkeit in jedem Mengenverhältnis mit Wasser und Speichel zu verdünnen. Die benötigte Einlagedauer schwankte danach, ob das Cavum eröffnet war oder nicht zwischen zwei Mal und vier Mal 24 Stunden. Der Applikationsschmerz konnte trotz Beimengung von Anaestheticas nicht ganz beseitigt werden.

Moschner machte Versuche mit Phenylarsinoxyd, Schwefelarsen und Jodarsen und fand in Phenylarsinoxyd ein Mittel, daß schon in 5—6 Stunden in der Lage ist, den Tod der Pulpa herbeizuführen, ohne Auslösung größerer Schmerzen oder Wurzelhautreizungen. Bei Schwefelarsen gelang es, die Pulpa nach einer Liegedauer von 4 Tagen schmerzlos zu entfernen und bei Jodarsen mußte die Einlage 2 Tage liegen bis zur Devitalisation.

Carsten prüfte ebenfalls diese Mittel und fand bei etwas längeren Liegezeiten dieselben Ergebnisse. Besonders hebt er hervor, daß im Phenylarsinoxyd ein Mittel gefunden sei, das es erlaube, die Pulpa in sehr kurzer Zeit zu entfernen. Längere Liegedauer als die angegebene bedinge Wurzelhautschädigungen. Ein Vorteil gegenüber der alten Arsenikpaste ist außer vielleicht einer Zeitersparnis bei Phenylarsenoxyd nicht zu sehen.

Grundhoff kommt neben anderen Versuchen über eine neue wirksame Arsenverbindung zur Verwendung des Jodarsen (Arsentrijodid, AsJ_3). Er konnte dieselbe Wirkung wie bei Arsenik bei derselben Einlagedauer feststellen, fand aber bei durchweg geringen Applikationschmerzen in keinem Falle eine Wurzelhautreizung, selbst bei einer Einlagedauer von 8 Tagen.

Das Kapitel der Besprechung der Arsenpräparate möchte ich schließen mit einer Zusammenstellung und Kritik der aus den einzelnen Präparaten erkennbaren Methoden der Beseitigung der „unerwünschten Nebenwirkungen" bei Anwendung des Arseniks. Zur Bekämpfung der Applikationsschmerzen hat sich in der Praxis erwiesen 1. die Beimengung von Anaestheticas zur Lähmung der sensiblen Elemente. 2. das Hinsetzen vasokonstruktorischer Mittel zur Hintanhaltung der als typischen Arsenikreaktion der Pulpa bekannten Hyperaemie und damit zur Beseitigung des auf die Nervenfasern ausgeübten Druckes. Ich sehe vor allem bei der letztgenannten Methode, die mit der ersten kombiniert werden kann einen großen Fortschritt in der Forschung der Beseitigung der durch Arsenik erzeugten Schmerzen, der bei den mit Necronerv gemachten Versuchen sogar zu einem Verschwinden der bestehenden pulpitischen Schmerzen geführt hat. Zur Bekämpfung der toxischen Wirkung auf die Wurzelhaut wurden ebenfalls verschiedene Methoden erprobt: 1. die Beimengung von Adstringentias wie Kreosot, Tannin, Chlorzink, die sich z. B. bei Hollundermark nach den Untersuchungsergebnissen bewährt hat, 2. die kolloidale Verteilung des Arseniks; ein Versuch zur Hemmung der Tiefenwirkung, der von den meisten Autoren, die das gefundene Mittel klinisch untersuchten, als geglückt, von Euler und Rebel aber als mißglückt

angesehen wird, 3. die Dosierung der jeweiligen Einlagemenge, sei es durch Dosierung des Arseniks in Substanz oder durch Dosierung des Arseniks in Lösung. Der Substanz dosierte Arsenik brachte, was Wurzelhautwirkung anbelangt, keine Vorteile gegenüber der alten Arsenikpaste. Die Dosierung in Lösung ist in der Praxis noch nicht erprobt.

Es wurden zweifellos durch die mit der Herstellung neuer Präparate verbundenen Forschung über die bestmöglichste Anwendungsform des Arseniks Mittel und Wege gefunden, die es uns ermöglichen, die Wirkung dieses Giftes zu regulieren, doch konnte nicht die Gefahr, die bei Anwendung des Arseniks für das Periodont besteht, restlos gebannt werden. Es ist auch fraglich, ob das jemals gelingen wird, wenn man in Betracht zieht, daß die Wurzelhautwirkung ihrerseits abhängig ist von der Reaktion der Pulpa und daß es sich bei Pulpa wie Wurzelhaut um zwei überaus empfindliche Organe handelt, deren Reaktion noch von verschiedenen individuell bedingten Umständen abhängt. Die neueren Arsenikpräparate erlauben uns wohl Arsenik in jeder Verdünnung und Dosierung anzuwenden, wir sind aber mit ihnen genau so wenig wie mit den alten Arsenikpasten in der Lage, die Grenzen der Arsenikwirkung zu bestimmen. Das dürfte auch der Grund sein, warum der größte Teil der Zahnärzte auch heute immer noch Arsenik in seiner alten Pastenzusammensetzung verwendet. Es wird bei sachgemäßer Anwendung auch damit immer gelingen, die sonstigen „Gefahren" einer Arsenikanwendung zu vermeiden. Eine Allgemeinintoxikation durch Verschlucken der Einlage kann nur die Folge einer zu großen eingelegten Menge an Arsenik sein, eine Zahnfleischnekrose nur die Folge einer fehlerhaften Applikation. Ich erspare es mir, die von Arsenikgegnern über diese beiden Punkte angeführte Literatur einzeln zu besprechen ; wenn Alveolarnekrose oder schlimmere Folgen auf eine Arsenikeinlage entstehen, so sind diese Folgen nicht dem angewandten Mittel zuzuschreiben. Arsenik kann höchstens angegriffen werden in Hinsicht auf die Unsicherheit seiner Wirkung auf das Periodont. Diese zu beseitigen ist bis heute noch nicht gelungen.

Fermente

Als Grenzgebiet dieser Abhandlung sind noch die Fermente zu besprechen, die zur Verflüssigung der Pulpa, mehr zur chemischen Reinigung der Wurzelkanäle als zur Devitalisation der Pulpa vorgeschlagen wurden. In Frage kamen nur die eiweißverdauenden Fermente.

Das erste zu diesem Zwecke vorgeschlagene Ferment war das Ferment des Magens, das Pepsin, welches im Stande ist, in Gegenwart von Salzsäure Fibrin und Eiweiß in Albuminosen und Peptone zu verwandeln. Oakley Coles schlug es 1873 zur Behandlung der freiliegenden Pulpa vor. Er löste Pepsin in 1%iger Salzsäure und verwendete es für 3 Tage als Einlage, damit der kranke Abschnitt der Pulpa aufgelöst wurde und nur gesunde Pulpa im Zahn zurückbleibe. Nach Oakley Coles versuchten noch mehrere Autoren die Pepsin-Salzsäurebehandlung der Pulpa auszubauen (Türkheim, Heinemann). Sie verwendeten immer eine mehr oder minder starke Salzsäure-Pepsinlösung. Dieses Verfahren hatte aber erstens den Nachteil, den schon Spooner erkannte, daß durch die Notwendigkeit des Salzsäurezusatzes unbedingt das Dentin beschädigt werden müßte und zweitens den Nachteil, daß bei geringerem Säurezusatz die Salzsäure sehr rasch durch das Dentin neutralisiert und damit Pepsin unwirksam wird.

Back schloß daraus, daß zur Verdauung der Pulpa ein Ferment nötig wäre, das in alkalischem oder neutralem Milieu seine Wirkung entfaltet. Er empfiehlt ein Gemenge aus Papayotin und Hefeautolysat.

Papayotin oder Papain ist ein Ferment des Melonenbaumes Carica papaya und hat sowohl in schwach alkalischer, wie auch in schwach saurer Lösung eine Eiweiß abbauende und verflüssigende Wirkung. Papain wurde als Mittel der Zahnheilkunde zuerst von Harlan aus Chigago auf dem Pariser Kongreß zur sicheren Entfernung der Pulpareste angekündigt. Er empfahl eine mit Glyzerin und schwach mit Salzsäure versetzte Papainpaste und nannte das Mittel „Pulpadigestin". Doch fielen damit angestellte Versuche negativ aus, die Wirkung des Präparates war zu schwach.

Back setzte, wie schon oben erwähnt, diesem Ferment Hefeautolysat zu. Dies wird dadurch gewonnen, daß man durch Zusetzung eines Zellgiftes zu Hefe die Hefezellen abtötet und dann sich selbst überläßt. Es tritt, wenn die Fermente die Bedingungen für ihre Tätigkeit erhalten, ein Zerfall des Hefeeiweiß ein und die Fermente gehen in Lösung über. Das so erhaltene Hefeautolysat wirkt schwächer als Papayotin, doch Papain allein wirkt nicht so stark wie das Gemenge beider zusammen. Durch ein besonders Mischungsverhältnis der beiden Fermente ist es gelungen, die Wirksamkeit des Präparates derart zu steigern, daß eine 0,4 gr schwere Pulpa schon innerhalb 24 Stunden aufgelöst wird. Das Präparat nannte Back „Pulpasolvin".

Die praktische Anwendung geschieht derart, daß nach Abtötung der Pulpa durch arsenige Säure die Pulpa mechanisch entfernt und

nach Erweiterung der Wurzelkanäle eine provisorische Einlage mit genannten Mittel gemacht wird. Nach 2 Tagen sollen sämtliche Pulpenreste verflüssigt sein, sodaß sie mittels einer Wurzelkanalspritze mit physiologischer Kochsalzlösung ausgespült werden können. Ergibt die Prüfung mit einer Nervnadel noch unverdaute Reste im Wurzelkanal, so wird die Einlage wiederholt. Reizerscheinungen von Seiten des Periodonts hat Back nie beobachtet.

Dadurch, daß Back selbst die Möglichkeit einer zweiten Einlage offen lassen mußte und dadurch, daß er keine genaueren histologischen Untersuchungen über die Wirkung seines Mittels vor allem auf die Wurzelhaut anstellte, sind Zweifel und Bedenken über die Brauchbarkeit des Präparates herausgefordert. Greve sagt dazu: „Papain und Papayotin sind schon sehr lange als gewebszerstörend bekannt. Ursprünglich glaubte man wirksame Krebsmittel in ihnen gefunden zu haben, jedoch stellte es sich heraus, daß nicht nur das krankhafte Gewebe zerstört wurde, sondern auch das gesunde, und zwar unter heftigsten Schmerzen, und ferner, daß die Wirkung unbegrenzt in die Tiefe ging. Deshalb dürften meine Bedenken gegen die Brauchbarkeit des Mittels ihre Berechtigung haben."

Die Berechtigung beweisen nur zu deutlich die Untersuchungen Werner Sydlers, der die Wirkung des Pulpasolvins auf die menschliche Pulpa klinisch und histologisch prüfte. Er fand klinisch zum Teil starke Periodontitiden. Histologisch fand er 1. in allen Fällen Pulpareste im Wurzelkanal, hauptsächlich im appicalen Teil, die als ein der Kanalwand anhaftender Strang eine wandständige Wurzelfüllung unmöglich machten, 2. eine tief in das Dentin vordringende, verdauende Wirkung.

Das Ergebnis dieser Untersuchung, das einerseits das Verbleiben von Pulpenresten im Wurzelkanal in allen Fällen feststellte und das andererseits vor mehrmaliger Einlage wegen der auftretenden Periodontitiden warnt, muß als Schlußfolgerung zu einer Ablehnung des Mittels führen.

Überblicken wir noch einmal das Ergebnis dieser Abhandlung, so stellen wir fest: Die Fermente, die zur Pulpendevitalisation versucht wurden, haben alle versagt.

Die Alkaloide haben, soweit man mit ihnen eine Pulpendevitalisation erreichen konnte, eine derart schädigende Wirkung auf das Periodont, daß wir sie zur Pulpenbehandlung ausschließen müssen.

Die Formalinpräparate zeichnen sich nur durch ihre wurzelhautschonende und milde Wirkung aus, beanspruchen aber eine verhältnismäßig lange Zeit zur Devitalisation. Sie können uns wohl

in Ausnahmefällen und vor allem bei Restpulpitiden wertvolle Dienste leisten, sind aber bei dem mit ihren Vorzügen verbundenen Nachteil ihrer langsamen Wirkung nicht in der Lage, uns einen gleichwertigen Ersatz für Arsenik zu bieten.

Arsenik bleibt trotz seines ihm anhaftenden Nachteiles einer möglichen Schädigung der Wurzelhaut das unerreichte Devitalisationsmittel.

Für die gütige Überlassung des Themas sowie für die wertvollen Anregungen bei der Ausarbeitung desselben spreche ich hiermit Herrn Professor Dr. Greve meinen ergebensten Dank aus. Besonders zu Dank verpflichtet mich Herr Professor Dr. Greve durch die liebenswürdige Zurverfügungstellung seiner Privatbibliothek.

Literaturverzeichnis.

Apfelstaedt: Zur Arsenfrage. Z. R. 1928, S. 1778.
Aeby: Untersuchungen über die Einwirkung des Nervocidins auf die Zahnpulpa. D. M. f. Z. 1927, S. 818.
Arkövy: Bericht über einige Experimente bezügl. Devitalisation der Pulpa. D. V. f. Z. 1882.
Adloff: Zur Kritik neuerer Methoden der Pulpa- und Wurzelbehandlung. D. Z. W. 1925, Nr. 9.
Brusotti: Das Verhalten der apikalen und periapikalen Gewebe gegenüber der Wirkung des Arsen. Ref. D. z. W. 1926, S. 424.
Bordes: Dosarsen — ein Idealpräparat. Z. R. 1932, Nr. 14.
Bütow: Über das neue percainhaltige Nervicid. Z. R. 1932, Nr. 27.
Balters: Neuere Untersuchungen über die Wirkungsweise des Arsenik. D. z. W. 1932, S. 465.
Betz, W.: Über die Brauchbarkeit des Necronerv als Pulpendevitalisationsmittel. Inaug. Diss. Bonn, 1933.
Bühler, E.: Über die Brauchbarkeit des sog. Hollunderätzstoffes als Pulpendevitalisationsmittel, Inaug. Diss. Bonn 1933.
Back: Über Verdauungsversuche von Pulpen, D. z. W. 1928, S. 796.
Balters: Ein Beitrag zur Behandlung erkrankter Zahnpulpen. V. f. Z. 1928, S. 54.
Back, K.: Über die Wirkung einiger Pulpaauflösender Medikamente, insbes. des Pulpasolvins. Ref. Fortschr. 1930, S. 491.
Boenecken: Zur Therapie der Pulpakrankheiten. D. M. f. Z. 1912 s. 45—48/654—87.
Carls: 5 Jahre Roth's Ätzpaste „giftlos". Z. R. 1929/Nr. 36.
Czerneyi: Wirkt arsen. Säure ohne Zusatz von Desinfiz. auf die Zahnpulpa sterilisierend? Z. R. 1932/s. 1782.
Carlebach: Über die Devitalis. der Pulpa mit Causticin-Woelm. Z. R. 1930/s. 1306.
Disler: Untersuchungen über die Neuron-Ätzpaste als Devitalmittel der Pulpa. D. M. f. Z. 1932/s. 486.
Dietrich: Über Pulpatoxin — zur Ausschaltung des Arseniks bei der Pulpitisbehandlung. D. Z. W. 1932/s. 989.
Dobkowsky: Beitrag zur Ausschaltung der Arsenpräparate bei Exstirpation und Amput. d. Pulpa. Z. R. 1932/Nr. 12.
Dechow: Wirkt arsen. Säure ohne Zusatz von Desinfiz. auf die Zahnpulpa sterilisierend? Z. R. 1932/s. 1875.
Dill: Die Kauterisation der Pulpa mit Kobalt. Schw. V. f. Z. 1891/s. 79.
Demisch: Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung formalinhaltiger Medikamente. Schw. V. f. Z. 1920/s. 264.
Dependorf: Wurzelbehandlung bei erkrankter Pulpa. Ergebnisse der Zahnheilk. 1912/H. 7 u. 8.
Euler: Neuere Devitalisationsmittel und die Unterschiede ihrer Wirkung auf Pulpa und Wurzelhaut. D. Z. W. 1924/s. 263.
— Pulpentod. Ref. D. Z. W. 1908/s. 106.
— Arsenik, Arsenikersatz u. Arseniklösungen. D. Zhlk. 1921/H. 47.

— Allgemeine und kasuistische Bemerkungen zur Frage unerwünschter Arsenwirkungen. Korr. Bl. f. Z. 1909/s. 31.
Eckmann: Beitrag zur Frage der Dosierung d. Arsentrioxyds. Schw. M. f. Z. 1930/s. 209.
Egli: Die Devitalisation d. menschl. Zahnpulpa mit dosiertem kolloiddispersem Arsentrioxyd, klin. u. histolog. Studie. D. M. f. Z. 1928/s. 673.
Fränkel: Paraformaldehyd als Ersatz f. Arsen i. d. Zahnheilkunde? In. Diss. Tübingen 1923.
— Erläuterungen über d. Wirkung d. Arsenikpaste auf die Zahnpulpa. Ö.-U. Viertelj. Schr. 1895/s. 50.
Fischer, Guido: Zukünftige Behandlungswege d. Pulpitis. D. M. f. Z. 1923/s. 385.
— Novocain oder Alypin? D. M. f. Z. 1916/s. 396.
— Pulpitisbehandlung ohne Arsen. Z. R. 1924/s. 295.
Fabian, Heinrich: Grundsätzliches zur Frage kolloidaler Arsenpräp. Z. R. 1925/s. 443/444.
Feldmann: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß d. ars. Säure auf d. Periodont b. d. Pulpendevit. D. M. f. Z. 1926/s. 729.
Fasoli: Meine Erfahrungen bei Pulpa- u. Wurzelbehandlg. Z. R. 1926/H. 23.
Feles: Abtöten d. Pulpa mittels arsenfreier Paste. D. Z. W. 1933/Nr. 27.
Fabian: Wirkt arsen. Säure ohne Zusatz von Desinfiz. auf d. Zahnpulpa sterilisierend? Z. R. 1932/s. 2008.
Feldmann: Neuere Wege i. d. Therapie von Zähnen mit entzündeter Pulpa. V. f. Z. 1932/s. 211.
— Klin. u. experimentelle Untersuchungen über die Wirkung d. Scherbenkobalts auf Pulpa u. Paradentium. D. M. f. Z. 1930/s. 487.
Gysi: Über das Töten u. Mumifizieren d. Pulpa. Z. R. 1933/Nr. 4.
Gaini: Versuche über Devitalisation u. dsbzgl. neue Präparate. Ref. Fortschr. 1926/2 s. 202.
Greth: Klin. Untersuch. mit Nervocidin. D. Z. W. 1926/s. 413.
— Erythrophleum Allkaloide als Devitalisationsmittel. D. Z. W. 1928/s. 455.
— Histologische Untersuchungen über die Wirkung d. Nervocidins auf Pulpa und Wurzelhaut. D. M. f. Z. 1927/s. 371.
Greve: Zur Kenntnis d. Einwirkung d. arsen. Säure auf die Pulpa. Korrespond. f. Z. 1903/H. 2.
— Zur Kritik f. Formalinbehandlg. W. Z. M. 1889/s. 12.
— Geschichte d. Formalinbehandlung. D. Z. W. 1907/s. 1021.
— Schädliche Wirkung d. Formaldehyds. D. Z. W. 1913.
Goldbach: Die Abtötung d. Pulpa durch Arsen. Z. R. 1930/s. 2026.
Gollner: Was leistet Paraformaldehyd? Z. R. 1930/s. 358.
Gaini: Experimentelle Untersuchungen über d. Wirkung d. Formaldehydpräparate auf d. Zahnpulpa. D. V. f. Z. 1924/s. 374.
Grundhoff: Versuche mit Solarsen, Arsacetin, Salvarsan u. Jodarsen zur Abtötung der Pulpa. Ing. Diss. Rostock 1922.
Hagen: Sind die Entienon-, Vanadin- u. Selenverbindungen zur Deoitalisierung d. Pulpa geeignet? Inaug. Diss. Rostock 1923.
Heinze: Arsenstudien. D. Z. W. 1924/s. 294. D. M. f. Z. 1924/s. 329.
— Chem. u. histolog. Untersuch. z. Wirkungsweise d. Arsens. V. f. Z. 1926/s. 243.
Hermes: Ein neues Pulpendevitalisationsmittel. Z. R. 1932/Nr. 6.
Hoffmann: Kasuistischer Beitrag z. Verwendung des Paraformaldehyds als Arsenersatz. D. M. f. Z. 1925/s. 393.
Huus: Paraform + Alypin als Pulpenanaest. Ref. 1932/II s. 433.

Hubmann: Wirkt ars. Säure ohne Zusatz v. Desinfiz. auf die Zahnpulpa sterilisierend? Z. R. 1932/s. 1700.
Herz, Fränkel u. Schenk: Erläuterungen über die Wirkung d. Arsenikpaste auf die Zahnpulpa. Ö. U. V. f. Z. 1895/s. 50.
Hartmann: Klin. bakteriolog. Untersuch. über die Sterilität d. Zahninnern. nach Devitalisation d. Pulpa m. Arsenik. D. Z. W. 1930/s. 49.
Hoch: Bakteriolog. Unters. an devitalis. Pulpen. V. f. Z. 1928/s. 449.
Hille: Paraformaldehyd als Arsenikersatz. Z. R. 1926/s. 424.
Heinemann: Was leistet Paraformaldehyd? Z. R. 1930/s. 414.
Holst: Über Paraformaldehyd als Pulpendevitalisationsmittel. Ref. Fortschr. 1928/s. 577.
Hesse u. Greth: Experimentelle u. zahnärztl. Untersuch. über Erythrophleum-Alkaloide. Ref. Fortschr. 1929/II s. 509.
Heinemann: Die Pulpendevitalisation mittels d. Paraformaldehyd. Z. R. 1928/s. 962.
Hart (New York): The use of Formalin for hardening the dental pulp. Ref. D. M. f. Z. 1906.
Hesse: Über das Nervocidin. Ref. Z. R. 1927/s. 717.
Hoffmann: Die klin. Verwendbarkeit d. Nervocidins. Schw. V. f. Z. 1902/s. 140.
Herz: Erläuterungen über d. Wirkung d. Arsenikpaste auf d. Zahnpulpa. Ö-U. V. f. Z. 1895/s. 50.
Krogsgaard: Pulpadevitalisation. Ref. Fortschr. 1933/II s. 415.
Klöser: Zum Thema Scherbenkobalt. Z. R. 1928/H 46.
— Ist das „Roth'sche Präparat giftlos" berufen, das Arsen aus unserm Arzneischrank zu verdrängen? D. Z. W. 1924.
Lutsch: Beitrag zur Devitalis. d. Zahnpulpa. Ref. Fortschr. 1933/II s. 417. Ö. Z. f. St. 1932 S. 687.
Lippschütz: Die Bedeutung d. arsen. Säure zur Devitalis. d. Pulpa im Vergleich zu anderen bisher angewandten Mitteln. D. M. f. Z. 1930/s. 865.
Landolt: Untersuch. über Paraformaldehyd als Dev.-mittel d. Pulpa. Z. R. 1931/s. 306.
Lehmann: Versuche mit Arsen. Korr. f. Z. 1930/s. 392.
Locher: Scherbenkobalt u. Nervarsen. Schw. M. f. Z. 1930/s. I.
Lepkowsky: Untersuchungen über d. Anwendung d. Formalins, d. Formagens u. d. Jodoformagens i. d. Zahnheilkunde. W. Z. M. 1899/s. 577; 1900 S. 6.
Laury: Dosarsen. Z. R. 1926/H 3 s. 280.
Levin: Atopyl zum Abtöten der Zahnpulpa. D. M. f. Z. 1912/s. 82.
Lipschütz: Über verschiedene Methoden des schmerzl. Entfernung der Pulpa. D. Z. W. 1912/s. 280.
Morgenstern: Zur Kenntnis der Einwirkungsdauer waren auf die Zahnpulpa. Ref. D. M. f. Z. 1905/s. 315.
Moschner: Läßt sich das Arsen zur Abtötung d. Pulpa durch andere Körper ersetzen? Z. R. 1924/s. 632/647.
Müller: Die Verwendung d. kolloid. As_2O_3 zur Dev. d. Pulpa. Schw. M. f. Z. 1924 Nr. 10.
Misch: Fortschr. d. Zahnheilkunde.
Mülhaus: Vergleichende experimentelle Untersuch. über d. Wirkungsintensität versch. dos. Ars. Präparate auf d. menschl. Zahnpulpa. Ref. Fortschr. 1933/II s. 414.
Moginier: Wirkung d. Scherbenkobalts auf d. Pulpa. Schw. f. Z. 1920/H 2.

Müller: Über Pulpendevitalisation u. Wurzelfüllung. Ö. Z. f. St. 125/s.177.
Notter: Über die Wirkung d. Paraformaldehyd (Linaspräparate) auf Pulpa u. Periodont. Ref. Fortschr. 1931/II s. 510.
Nünlist: Über d. Anaesthesierungsmethoden d. Dentins u. d. Pulpa durch d. Nervocidin. Ref. D. M. f. Z. 1928/s. 948.
Neumann: Devitalisation d. Pulpa. Schw. V. f. Z. 1912/s. 90.
Palazzi: Histolog. Untersuch. über d. Wirkung d. Nervocidins auf Pulpa u. Wurzelhaut. Z. R. 1928/s. 361.
Pitsch: La mort de l'arsenic. Ref. Fortschr. 1925/II s. 328.
Peter: Über die Wirkung d. Chinins auf d. Zahnpulpa. Ö. Z. f. St. 1923/s. 159.
Rebel: Arsenstudien. D. M. f. Z. 1924/s. 60 u. 545/D. Z.W. 1924/s. 269.
Rohner: Über d. Methoden d. Pulpendev. unter bes. Berücksichtigung von Nekronerv. In. Diss. Kiel 1933.
Rötter: Klin. Vers. mit Solutio Fowleri u. arseniksaur. Piperidin z. Abtötung d. Pulpa. Inaug. Diss. Erlangen 1920.
Merz: Zur Frage der Verwendbarkeit der Formaldehyde und seiner Polymere in der konserv. Zahnheilkunde. D. M. f. Z. 1922/s. 449.
Roth: Ein neues Präparat zum teritalisieren der Pulpa. D. Z.W. 1924/s. 76.
Rosenthal: Die Wirkung der arsen. Säure, insbes. des Nervarsens auf das Periodont des Mundes. Ref. D. M. J. Z. 1928/s. 892.
Ritter: Arsenpräparate. Z. R. 1930/s. 1634.
Ristow: Scherbenkobalt. Z. R. 1928/s. 1699.
Schröder: Die Behandlung pulpakranker Zähne. V. f. Z. 1925/s. 396.
Scheer: Ein Beitrag zur Arsenfrage i. d. Zahnheilk. Z. R. 1931/N. 257.
Schmidt: Nekronerv, ein Pulpendevitalisationsmittel. Z. R. 1933 Nr. 11/s. 15.
Scherbel: Über d. Wirkung d. Arsen. Säure auf d. Zahnpulpa. D. M. f. Z. 1920 H. 6.
Scheff: Über d. Einfluß d. Arsen. Säure auf d. Pulpagewebe. Ö. U. V. f. Z. 1918/s. 14.
Schwabski: Eine neue Ätzpaste. Ref. Schw. V. f. Z. 1900/s. 129.
Sendner: Können die Arsenpräparate von heute den Praktiker befriedigen? Z. R. 1930/s. 1486.
Schröder: Zur Arsenfrage. Z. R. 1930/s. 1797.
Sydler: Über d. Wirkung einiger Pulpaauflösender Medikamente, insbes. d. Pulpasolvins. Ref. Fortschr. 1930/s. 489.
Schinn: „Analyodrat". Inaug. Diss. München 1930.
Schenk: Über Pulpendevitalisation. Ö. U. V. f. Z. 1904 N. 4.
Szepelsky: Eigene Methode der Pulpaentzündungstherapie. Korr. f. Z. 1930/s. 311.
Thöne: Nekronerv, das Mittel z. Abätzen d. Pulpa. Z. R. 1932 S. 1630.
Tappeiner: Lehrbuch f. Arzneimittellehre u. -verordnungslehre.
Tracksdorf: Wirkt arsenige Säure ohne Zusatz von Desinficien sterilisierend auf die Zahnpulpa? Z. R. 1932/s. 1698.
Tugendreich: Dosierte Tabletten v. Arsen. D. Z. W. 1913/s. 648.
Völker: Meine Erfahrungen mit Gausticin-Wölm. Z. R. 1930/s. 2241.
Witzel: Kreosot-, Jodoform als Causticum bei Milchzähnen. D. Z. W. 1908/s. 49; 1910 S. 221.
Weber: Die Devitalisation d. Pulpa. Z. R. 1918/s. 387.
Weidner: Die Devitalisation d. Pulpa. Z. R. 1918/s. 345.
Woelm: Devitalis d. Pulpa durch Arsenpräparate. Z. R. 1930/s. 937.

Wasmuth: Experimentelle Studie zur Arsenfrage. Ref. Fortschr. 1930 S. 488.
Wagner Hans: Über die Mittel u. Methoden zur Zerstörung d. Zahnpulpa u. deren Anwendung. Inaug. Diss. Breslau 1924.
Wannemacher: Über Nervocidin. D. Z. W. 1926 N. 4.
Witzel Jul.: Über d. Wirkung d. Formols u. d. Schwefelsäure auf d. Pulpa u. Wurzelhaut d. Zähne. D. M. f. Z. 1898. H. 12.
Wehmann: Versuche mit Causticin-Woelm, Magnesium-ammoniumarsenat, sowie einiger Quecksilber- und Wismutverbindungen zur Devitalisation der Pulpa. Inaug. Diss. Rostock 1923.

Lebenslauf.

Ich, Kurt Müller, wurde am 30. IX. 1908 in Hof in Bayern als Sohn des Gewerbelehrers Georg Müller und seiner Ehefrau Ida, geb. Ponader, geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule trat ich in das humanistische Gymnasium meiner Vaterstadt ein, das ich am 29. III. 1928 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich widmete mich sofort dem Studium der Zahnheilkunde zunächst in München, dann in Erlangen, wo ich am Ende des WS 1930/31 die zahnärztliche Vorprüfung ablegte. Im März 1931 heiratete ich meine Kollegin Fräulein cand. med. dent. Ilse Kuba und setzte gemeinsam mit ihr meine Studien in Greifswald und die folgenden Semester in Würzburg fort. Dort bestand ich im Mai 1933 die zahnärztliche Staatsprüfung mit „sehr gut". Nach kurzer Tätigkeit als Assistent und Vertreter ließ ich mich am 1. September 1933 in Münchberg in Oberfranken als prakt. Zahnarzt nieder und bin seit dieser Zeit dort tätig.